Méthodes et recommandations
pour la gestion des plantes exotiques envahissantes

La gestion des plantes exotiques envahissantes nécessite la prise en compte de leurs caractéristiques propres (importance du bouturage, quantité de semences produites, capacité d'implantation ou de germination, vitesse de croissance…), mais aussi des caractéristiques des milieux colonisés ou potentiellement colonisables (sensibilité des milieux, présence d'espèces patrimoniales, ouverture du tapis végétal), des usages développés dans ces milieux ainsi que de l'historique des gestions pratiquées et des objectifs de ces gestions. En effet, la bonne connaissance de ces facteurs permettra d'agir de manière préventive pour empêcher ou limiter les phénomènes d'envahissement, et de manière curative par la mise en oeuvre d'opérations d'enlèvement.
Il est important de souligner que la gestion de ces espèces devrait, dans la mesure du possible, débuter avant même que leurs impacts soient avérés et prennent une trop grande ampleur.
Les cadres géographiques de la gestion devront être précisés (région, département, bassin…) et les orientations suivantes devront être adaptées aux échelles de gestion considérées.
Par ailleurs, il faut considérer les deux grands types de végétaux que sont les plantes aquatiques et les plantes de berges et leur caractère annuel ou pérenne.

1. Veille, suivis et cartographie

1.1. Veille

La propagation des espèces végétales invasives se fait par différents processus, directement liés aux espèces elles-mêmes et aux milieux concernés (cf. chapitre Contexte et fondamentaux, p. 4-13). Le plus souvent, les sites d'apparition de ces espèces dans de nouveaux biotopes sont détectés trop tard pour permettre une éradication. La pression de restauration et d'entretien s'exerce essentiellement au niveau de zones colonisées depuis plusieurs années présentant des peuplements importants.
Un des enjeux principaux de la gestion est en effet de tenter de contenir la propagation et l'extension des populations dans les zones déjà colonisées et d'empêcher des transferts de propagules vers des secteurs dépourvus de toute infestation. Si la colonisation est parfois très progressive, avec seulement quelques pieds – passant souvent inaperçus - qui apparaissent dans un premier temps sur un nouveau site, elle peut aussi être très rapide. Ceci devrait imposer une veille importante – y compris en-dehors des zones colonisées – et une action rapide dès qu'il y a détection, pour tenter une éradication locale.

L'échelle pertinente pour suivre et gérer les phénomènes d'envahissement par les plantes aquatiques et/ou palustres est celle du bassin versant.

Un des points qu'il paraît important de surveiller est la composante formée par les points d'eau d'un bassin versant et l'ensemble des connexions hydrologiques permanentes ou temporaires entre ces milieux. Etangs, mares, lagunes, retenues, etc. ont la plupart du temps des écoulements vers les ruisseaux et les rivières. De nombreuses observations font état de ces milieux, au demeurant variés du point de vue écologique, comme pouvant être des sites de départ de nouvelles colonisations. Il est intéressant de favoriser toute pratique d'inventaire des petites collections d'eau (mares, petites zones humides, étangs) comme « zones à risques », mais aussi de former les propriétaires d'étangs notamment.

Les fronts de colonisation et les axes prioritaires de l'amont vers l'aval sont les zones à traiter préférentiellement. Sur ces zones, il est plus efficace de réaliser une intervention précoce dans la saison, dès le début de développement des plantes.

© S. Rogue

Les points d'eau, telles les mares (ici en Brenne), sont des composantes importantes à surveiller

Enfin, il faut, dans l'idéal, intervenir sur - ou du moins prendre en compte - la totalité des zones colonisées, pour qu'aucun relâchement ne permette de disséminations supplémentaires à partir de sites non traités voire ignorés.

De manière générale, il convient de **faire des inventaires précoces dans la saison** (cette démarche nécessite de reconnaître les espèces avant floraison et lorsqu'elles sont encore sous l'eau pour les espèces amphibies) sur les sites déjà touchés. Il est également important de déterminer les sites vulnérables sur les bassins versants et de les visiter pour s'assurer qu'ils n'ont pas été colonisés. **Une formation spécifique des agents de terrain** pourrait garantir une meilleure surveillance des milieux et des interventions précoces, sachant que le recours à des experts peut être nécessaire pour confirmer les déterminations.

Echantillonnage d'une station de jussie en Limousin

Gestion de renouées en bord de route dans la Loire

Cette surveillance pourrait s'appuyer sur les groupements de défense contre les nuisibles et les FDGDON, les syndicats de bassin ou toute collectivité territoriale compétente… toujours en relation avec les gestionnaires privés (agriculteurs, propriétaires privés...).

Pour les espèces terrestres telles que les renouées et l'ambroisie, qui se développent en milieux remaniés, il ne faut pas se contenter d'une vision des seuls corridors fluviaux, mais aussi prendre en compte d'autres secteurs à risques pour mener une lutte efficace. Des partenariats avec d'autres acteurs susceptibles de contribuer aux inventaires et à la surveillance des territoires (par exemple les services des routes, les personnes en charge de l'urbanisme pour les friches…) seront donc les bienvenus.
Des analyses populationnelles doivent également être menées pour connaître le type de multiplication (végétative et/ou reproduction sexuée) des espèces envahissantes présentes.

Il est donc important d'engager des **programmes pluriannuels** pour conforter les acquis de surveillance et de gestion déjà engagées.

1.2. Méthode et outils de suivis

Il convient, avant la mise en oeuvre d'un programme d'enlèvement ou de gestion des plantes invasives, de disposer d'informations standardisées sur la présence des espèces rencontrées.
La possibilité d'accéder à ces informations passe par la saisie des données de terrain sur une fiche d'enquête type (au moins par la fourniture de données minimales) (cf. annexe 6, p. 131), à la fois dans l'objectif d'aide à la gestion de chaque projet, mais aussi pour contribuer à une vision partagée à l'échelle des territoires du bassin en ayant une base commune d'analyse.

La fiche d'enquête devra permettre de prendre en compte les différents cas de figure rencontrés en termes de milieux (cours d'eau, marais…), d'espèces (terrestres ou aquatiques) ou de formes de la plante (exemple de la forme terrestre de la jussie). Pour tout cas présentant un caractère particulier, des éléments complémentaires devraient être précisés dans les informations recueillies.

Dans toute la mesure du possible, les données recueillies seront stockées dans une base de données permettant un interfaçage avec un logiciel de gestion cartographique.

1.3. Cartographie

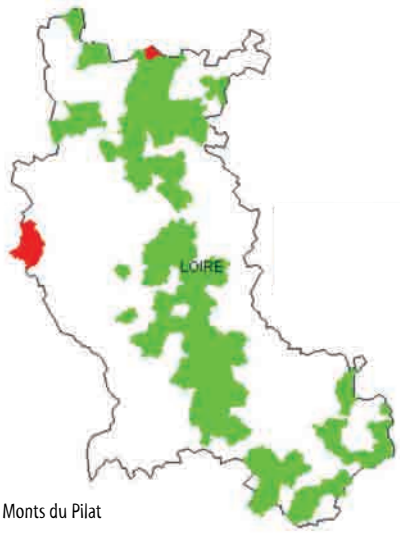
Le rôle des documents cartographiques peut être différent selon le niveau géographique et le public concerné :

✓Au niveau régional, les cartes intègreront principalement les notions de « présence-absence », de continuité ou non des populations rencontrées. Ces documents, présentant la répartition à grande échelle des espèces, pourront figurer sur un site Internet « tout public ».

✓Au niveau départemental, deux types de cartes seront possibles :
- les cartes présentant le même type d'informations que les cartes régionales qui pourront également être consultables sur des sites Internet (cartes de « communication » grand public) ;
- les cartes présentant en outre des informations complémentaires sur la densité des populations et pouvant être déclinées par bassin versant : ces cartes de « technicien » seront plus spécifiquement destinées aux collectivités chargées de la mise en oeuvre des actions.

✓Au niveau des bassins versants, correspondant à l'échelle d'analyse la plus fonctionnelle - souvent interdépartementale voire interrégionale - la question est d'assurer une cohérence des cartographies obtenues et des actions qui en résultent.

Evolution de la présence d'ambroisie sur le département de la Loire avant 1990 (en rouge) et après (en vert)



© CPIE Monts du Pilat

2. Facteurs de limitation et de prévention

De nombreuses observations ont permis de préciser le comportement de ces espèces végétales face à des facteurs qui peuvent induire une perte de performance dans le développement des espèces (Lambert, 2009).

2.1. Les facteurs indirects (hors intervention spécifique)

2.1.1. Facteurs abiotiques

✓Les nutriments

Les plantes exotiques envahissantes sont souvent des plantes nitrophiles et relativement exigeantes en nutriments. Les éléments azotés sont naturellement abondants dans les marais à substrat argileux, et le phosphore souvent facilement disponible. La production de biomasse de ces plantes est souvent corrélée à la disponibilité en nutriments, mais leur installation dans de nouveaux sites correspond dans la plupart des cas à la présence de biotopes favorables. Les actions visant à limiter les apports de matières organiques ou de nutriments dans les bassins versants devraient en théorie réduire les capacités de production de ces espèces, mais pourraient ne pas influer de manière notable sur leurs potentialités d'installation. De plus, les preuves expérimentales manquent actuellement sur les relations nutriments-développement des populations d'invasives et surtout sur l'effet limitant de la réduction des nutriments. En effet, les programmes de maîtrise des pollutions en cours s'inscrivent dans la durée et leurs effets ne sont pas perceptibles à court terme.

✓Le gel

Les parties aériennes de nombreuses espèces amphiphytes (jussies, myriophylle du Brésil…) meurent sous l'effet du gel. Il en est de même des rhizomes si la zone concernée est en assec et que les sédiments gèlent en profondeur (température inférieure à -5° C et durée suffisante des gelées). Mais ces résultats sont à vérifier sur des populations qui semblent de plus en plus éco-adaptées aux climats locaux (études en cours). En revanche, les rhizomes et les parties anciennes protégés du froid par l'eau et les sédiments peuvent survivre. Ainsi, si les jussies peuvent en théorie s'implanter et se maintenir dans toutes les régions françaises (sauf dans les

zones de montagne), les phénomènes de prolifération s'observent essentiellement dans les régions tempérées (Ouest, Sud). Par contre, l'action du gel (associée à l'assec) semble plus efficace sur le myriophylle et les Hydrocharitacées (élodées, lagarosiphon…). Par ailleurs, les parties bien visibles d'autres espèces herbacées telles les renouées disparaissent en hiver comme celles de nombreuses géophytes à rhizomes.

✓La nature et la texture du sol

Ces facteurs pédologiques ont une influence notamment pour les espèces terrestres. Ainsi, les renouées et l'ambroisie s'implantent sur les sols remaniés (zones des lits majeurs soumises aux crues fréquentes) où elles prolifèrent, ainsi que sur les zones de déblais ou de remblais (bords de routes, friches industrielles). Les sols calcaires semblent limiter les possibilités d'expansion et de prolifération de ces espèces.

La plupart des plantes aquatiques est susceptible de s'installer dans une très grande variété de sédiments (ou de sols, pour les amphibies), depuis des sédiments grossiers jusqu'à des vases organiques. Comme déjà signalé, la production de biomasse de ces espèces est partiellement corrélée aux disponibilités en nutriments. Les substrats grossiers (type graviers, cailloux, blocs..) limitent tout de même les possibilités de néo-implantation. Pour les jussies, ces facteurs commencent à être explorés (Lambert et al., 2010) mais des informations sur des espèces immergées telles que le lagarosiphon montrent des relations production de biomasse/disponibilité en nutriments très similaires (Dutartre, comm. pers.).

© A. Descheemacker (CBNMC)

Ambroisie à feuilles d'armoise

2.1.2. Facteurs biotiques

✓La consommation

Les phytophages ou herbivores pourraient apparaître comme un facteur naturel de limitation des plantes exotiques envahissantes.

Des observations de consommation de jussie dans le Marais poitevin (N. Pipet, IIBSN) par des chevaux ou des bovins montrent une consommation partielle des herbiers et uniquement de la partie émergée de ceux-ci. De plus le piétinement par ces animaux des tiges de jussie participe pleinement à l'installation (voire la propagation) de l'espèce sur le site et les interventions de gestion ultérieures sont encore plus difficiles à réaliser (jussie fixée profondément, berge dégradée…).

© N. Pipet (IIBSN)

Si divers insectes ou mollusques se nourrissent à partir de ces plantes, leur action reste cependant limitée dans notre pays. Ainsi, les insectes phytophages présents sur les territoires français d'introduction des jussies ne semblent pas encore attirés par ces végétaux. Hormis les coléoptères, quelques larves de trichoptères et de lépidoptères ont été observées sur les feuilles immergées des plantes : si les premiers consomment effectivement des parties des limbes des feuilles des rosettes flottantes, les autres utilisent des parties de feuilles pour la construction de leurs fourreaux nymphaux ou larvaires.

Des observations assez récentes (Dauphin, 1996 ; Petelczyc et al., 2006) ont montré que des coléoptères des genres *Galerucella* et *Altica,* se nourrissant normalement de feuilles de nénuphars, de potamots ou de plantes de bord des eaux, peuvent occasionnellement consommer des feuilles de jussie. Les renouées sont également consommées par différents coléoptères polyphages indigènes, un seul (en Grande-Bretagne) a été signalé comme consommateur actif des racines, des rhizomes et du feuillage et pouvant détruire la plante : *Otiorhynchus sulvatus.*

Il s'agit de consommation opportuniste et aléatoire : aucune maîtrise de ces comportements d'invertébrés phytophages n'est actuellement envisageable. Ce pourrait être à terme un des moyens de « naturalisation » des plantes exotiques, consommées de plus en plus régulièrement par des populations adaptées. Des observations régulières de ces comportements seraient donc utiles.

Les expériences d'introduction d'espèces phytophages en provenance de l'aire d'origine demeurent des opérations dont la faisabilité est inconnue. En outre, la sécurisation de ces procédés avant mise en oeuvre nécessite plusieurs années de préparation, ce qui limite encore leur utilisation potentielle.
Toutefois, une telle opération vient d'être acceptée et lancée en Grande-Bretagne où un hémiptère importé du Japon, *Aphalara itadori,* a été récemment introduit pour réguler la renouée du Japon.

Brabec et Pysek (2000) ont conclu, à partir d'une expérimentation, que le pâturage par des moutons ou des chèvres pouvait empêcher l'établissement de rhizomes des trois espèces de la section Reynoutria, *évitant ainsi l'apparition de nouvelles stations. Ce moyen de lutte serait efficace en début d'infestation, et ne pourrait être employé avec succès contre des populations bien établies. Ce même résultat a été obtenu sur une petite population pâturée par des bovins dans l'ancien barrage de Kernansquillec (Côtes-d'Armor).*

✓La compétition, la prédation et l'allélopathie

La présence d'espèces sociales vigoureuses, telles le roseau *(Phragmites)* ou la baldingère *(Phalaris)* – ayant elles-mêmes parfois un comportement envahisseur – peut limiter la progression de certaines plantes exotiques, comme les jussies.

Diverses observations, notamment sur la vallée de l'Erdre, en Brière, et sur des marais charentais, montrent toutefois une capacité des jussies à envahir certaines roselières affaiblies par une pression de brouteurs (ragondin, rat musqué), par la fauche ou par une augmentation des niveaux d'eau aux périodes propices pour les jussies.

Roselière en Brenne

Les roselières denses des rives peuvent également jouer un rôle de "filtre" des boutures des plantes amphibies en les empêchant d'accéder au contact eau/terre : les fragments de tiges transportés par les eaux ne peuvent s'enraciner. Des observations sur les rives de plusieurs plans d'eau des Landes, par exemple, montrent que les implantations de jussies sur des berges très largement bordées de roselières ne se font que dans les ouvertures créées dans les roseaux par les usagers pour les accès de leurs bateaux. Une fois installées dans ces accès à la rive, les jussies peuvent ensuite coloniser progressivement l'arrière de la roselière.

Il est également à signaler que des complexes d'invasives compliquent la gestion, avec des compétitions interspécifiques, par exemple entre jussie et égérie dense ou autres hydrophytes submergées, ou même entre amphiphytes comme jussie et paspale, ou jussie et myriophylle du Brésil, voire entre les deux espèces de jussies (Haury et al., 2008).

2.2. Les facteurs directs et moyens techniques de prévention et d'accompagnement (avec intervention spécifique possible)

✓Le courant

Les espèces exotiques aquatiques strictes ne s'implantent généralement pas dans les zones de fort courant. Elles ne peuvent se maintenir en herbiers denses qu'à proximité des berges (zones de faible courant), dans les bras morts et les milieux stagnants. Toutefois, leur implantation reste possible dans des biotopes courants où elles ne peuvent se développer en masse. Par exemple, le lagarosiphon a été observé dans une partie courante de l'Adour, en petits herbiers protégés du courant par les herbiers de renoncules. De même, l'égérie dense est présente dans la partie aval du fleuve Dordogne où elle se maintient en très petits herbiers dans des zones de courant modéré pouvant dépasser 20 à 30 cm/s en été et les élodées peuvent former des herbiers en courant, y com-

pris dans des rivières à salmonidés. Dans tous les cas, ces espèces ne causent localement aucune nuisance mais conservent leurs capacités de production de boutures vers l'aval.

Pour les renouées, la dynamique fluviale, par les érosions de berge, peut favoriser le bouturage par arrachage des rhizomes sur les zones envahies et le transport à l'aval sur des sédiments mis à nu, avec éventuellement des dépôts de limons fins qui favorisent la reprise.

L'accélération de la dynamique fluviale est un élément intéressant pour réduire l'implantation des plantes aquatiques invasives. Mais il s'agit de manipulations de milieu qui ne sont pas généralisables. La problématique d'amélioration de la continuité écologique dans les cours d'eau qui se met actuellement en place, prévoyant sur certains secteurs des destructions ou des arasements de seuils, pourrait permettre d'évaluer les impacts de cette accélération de la dynamique fluviale.
A l'inverse, l'installation de micro-seuils ou d'épis peut créer des milieux propices à l'installation de petites populations.
Il est également à souligner que les reconnexions d'annexes hydrauliques sont à mettre en oeuvre avec beaucoup de prudence : lorsqu'il y a des herbiers installés, l'augmentation des débits (et des connexions milieux périfluviaux-cours principal) accentuent les risques de fragmentation et donc de bouturage.
Une surveillance des milieux concernés par ces modifications hydrauliques est à préconiser.

✓La lumière

Les milieux ombragés sont généralement peu colonisés par les espèces amphibies qui ont des besoins lumineux notables. En revanche, les plantes immergées, dont particulièrement l'égérie dense et le lagarosiphon, ont des besoins moindres et peuvent se développer dans des milieux ombragés ou des eaux relativement turbides.

Egérie dense dans le canal du Berry

Les plantations ou replantations d'arbres et d'arbustes sur les berges peuvent donc jouer à terme un rôle régulateur sur certaines des espèces, dont les jussies et le myriophylle du Brésil. Il conviendra toutefois de ne pas négliger l'aspect paysager, de prendre en compte l'effet éventuel sur les autres macrophytes présents, de diversifier autant que possible les espèces à implanter en veillant à leur caractère indigène et local et de ne pas généraliser ces plantations riveraines pour lesquelles il faut, de plus, prendre en considération la largeur des cours d'eau. Par ailleurs, la ripisylve peut s'avérer être une contrainte notable pour les interventions mécaniques depuis les berges et les opérations de replantation doivent être bien réfléchies (plantation sur une seule berge par exemple).

Plusieurs essais, aux résultats mitigés, ont été réalisés pour lutter contre les jussies en recouvrant les surfaces en eau par des bâches tendues sur des châssis afin d'occulter la lumière. Ceci n'est applicable que sur de courts linéaires (quelques dizaines de mètres) aux largeurs inférieures à 10 mètres avec un très faible courant. Cette occultation qui ne peut être complète agit sur tous les végétaux et conduit à la sélection des plantes les plus résistantes. Seul un ombrage de plusieurs mois voire plusieurs années serait susceptible d'affaiblir suffisamment les jussies qui, grâce à leur rhizome persistant, conservent une capacité de reprise importante. Des bâches constituées par des géomembranes EPDM (Éthylène propylène diène monomère), résistantes, épaisses, permettent en plus d'un ombrage, une augmentation de température pouvant être préjudiciable aux jussies. Mais la reprise demeure néanmoins probable à l'issue de ce traitement. De plus, des risques de fermentation existent selon les types de colonisation végétale et de sédiment des zones ainsi couvertes. Enfin, la dégradation des matières organiques piégées sous les bâches consomme de l'oxygène et peut provoquer des désoxygénations dans les sites en eau.
Les essais montrent que cette technique peut éventuellement être envisagée pour un herbier de petites dimensions mais semble à réserver essentiellement aux berges et/ou aux zones terrestres.
Des expérimentations de bâchage des renouées sur berge ont été menées avec succès dans les Côtes-d'Armor en utilisant du Bidim maintenu pendant plusieurs années, avec différentes opérations complémentaires de tassement et d'arrachage régulier des quelques pieds qui ont pu percer la bâche.

Cette méthode de bâchage est donc à envisager avec beaucoup de précautions car elle n'est pas du tout sélective et peut, à l'extrême, favoriser la repousse précoce des plantes à forte vitalité au détriment des plantes indigènes souvent peu compétitives. Elle suppose de laisser les bâches durablement et de s'assurer qu'elles ne sont pas percées.

Un exemple de bâchage sur la frayère à brochets de Tressé (44)

La frayère à brochets de Tressé, sur la commune de Plessé, est une zone de marais aménagée pour la reproduction de cette espèce, propriété de l'AAPPMA « la Brème de l'Isac » depuis 1996, dans le lit majeur du canal de Nantes à Brest.

© R. Matrat (DREAL Pays de la Loire)

La jussie y est apparue en 1999 et a rapidement envahi toute la surface en eau ainsi qu'une grande partie de la zone de prairie, entraînant de gros dysfonctionnements : en effet, la douve principale étant comblée par la plante dès le mois d'avril, les alevins ne pouvaient plus dévaler jusqu'au canal de Nantes à Brest.
Depuis 2004, le soutien du Conseil général de Loire-Atlantique a permis de gérer au mieux les populations de jussies (Ludwigia grandiflora) *et de contenir l'extension de l'espèce sur la prairie (zone de ponte des brochets), par de lourds travaux d'arrachage manuel sur l'ensemble de la frayère, soit 2 km de linéaire.*

© R. Matrat (DREAL Pays de la Loire)

En parallèle, la Fédération de Loire-Atlantique pour la pêche et la protection du milieu aquatique a mis en place un dispositif préventif de lutte contre la plante, faisant appel à des techniques de génie végétal couplées à un bâchage des berges les plus infestées. Les berges de la douve de dévalaison (500 m linéaires) ont ainsi été bâchées puis sécurisées contre l'érosion par la plantation de saules, afin de créer une ripisylve dont l'ombrage est destiné à ralentir l'apparition de jussie. En 2005, au vu des résultats sur la douve principale, qui a pu être débarrassée de ses boutures en seulement deux jours (contre 13 jours passés au dégagement des épis sur la frayère), l'ensemble des huit épis a été recouvert de bâches tissées après fauche de leur pourtour.
Depuis un arrachage manuel d'entretien est néanmoins réalisé chaque année. La croissance de la ripisylve, par l'ombrage qu'elle projette sur la douve principale y rend la jussie moins vigoureuse et l'arrachage en est facilité, diminuant la durée des interventions.

Si la jussie n'est pas éliminée, ces actions combinées semblent efficaces puisque ses populations ont aujourd'hui très largement diminué et la production de la frayère est redevenue plus que satisfaisante.

La croissance des végétaux invasifs strictement aquatiques serait également limitée par les fortes turbidités. Ces turbidités sont fréquentes dans les canaux et fossés des zones humides (fouissages par les animaux sauvages, chasses hydrauliques). Leurs causes sont souvent localisées et leurs effets plus ou moins temporaires. Elles demeurent peu souhaitables à court et moyen termes pour les autres organismes vivants (flore indigène, faune) et pour les fonctionnalités écologiques des milieux concernés.

✓La température

Toutes les espèces ont des gammes de température favorables et une grande part des plantes exotiques envahissantes provient de zones subtropicales ou tropicales du globe, ce qui fait qu'elles sont à même de supporter des températures élevées. Elles sont en revanche moins adaptées à des températures basses qui peuvent réduire leur production de biomasse. Il est toutefois rare que de telles conditions soient établies durablement sur toute une masse d'eau et des recolonisations peuvent intervenir à partir des zones présentant des conditions moins défavorables. A l'inverse, pour l'égérie dense, les températures élevées (30° C) et les fortes intensités lumineuses peuvent conduire à une sénescence des plantes. De telles conditions peuvent également être très défavorables aux plantes indigènes.

Bien qu'il s'agisse de facteurs dont la maîtrise est très difficile à obtenir, des confinements forcés ou des baisses de niveaux d'eau permettent d'obtenir des amplitudes de température importantes, ce qui peut avoir un impact en particulier sur les appareils végétatifs de certaines espèces.

✓La modification des eaux par une mise en assec

Ce procédé vise à exposer les plantes à des niveaux de dessiccation qui entraînent théoriquement la mort des parties érigées (tiges feuillées) et rendent impossible la survie des rhizomes.

Il implique la mise à sec d'une partie d'un fossé ou d'un cours d'eau (pose de batardeau ou utilisation d'ouvrages) ou la vidange d'un plan d'eau. L'eau doit être évacuée ou laissée à évaporer. L'efficacité de cette technique dépend de la nature du sédiment, du degré de dessiccation atteint en profondeur dans celui-ci (> 20 cm) et de la durée de la dessiccation (plusieurs semaines). Certaines espèces aquatiques supportent toutefois assez bien des assèchements temporaires, voire prolongés (formes terrestres des jussies).

Ces conditions sont difficiles à atteindre en raison de l'humidité résiduelle qui persiste très souvent dans les fonds, d'autant plus si les sédiments sont très organiques et conservent longtemps leur eau interstitielle. De plus, pour les jussies, les banques de graines peuvent permettre une recolonisation rapide des sites après remise en eau.

Jussies sur un assec

Des assèchements ou des baisses de niveaux d'eau au moment de gels sévères peuvent permettre au moins l'affaiblissement de ces espèces. Il faut toutefois réaliser ces interventions en étangs et sur des tronçons courts (entre ouvrages, ou batardeaux de terre) et isolés des autres secteurs du cours d'eau pour ne pas nuire à d'autres organismes vivants. Les assecs ayant des impacts importants sur les biocénoses et les sédiments, il conviendra de s'assurer des possibilités de récupération du milieu après une telle intervention.
Le délai d'intervention doit être court dès que se présente une fenêtre météorologique favorable, la durée de l'assec étant en lien direct avec l'ampleur des impacts sur le milieu et les plantes. Toutefois, un assec trop court risque de favoriser les deux taxons amphibies (jussie et myriophylle) susceptibles de résister à un gel modéré au détriment des plantes indigènes. Dans quelques cas, la mise en assec partiel de retenues sur des cours d'eau a même conduit à une accélération de la colonisation par les jussies car les conditions de baisse des températures ont été insuffisantes pour que le froid affaiblisse les plantes.
C'est donc une modalité d'intervention à conduire avec prudence.
Les résultats de tels essais sont pour le moment peu probants. De plus, une telle pratique est non sélective et tend à détruire tout autre organisme ne disposant pas de forme de persistance.

2.3. Conclusion

Dans un certain nombre de cas, la réhabilitation ou la restauration complète de la zone touchée peut s'avérer nécessaire. Ceci peut conduire à une régulation indirecte par des aménagements et du génie écologique.

© D. Tarrier

Bras mort de la Loire envahi de jussies à Beaugency (41)

La plantation d'essences ligneuses ou herbacées (graminées) indigènes, concurrentes de ces plantes de rives (renouées, jussies) et à dynamique relativement importante, combinée à un entretien sélectif par coupe (pour les renouées) ou arrachage (pour les jussies), permet de réduire leur performance, mais généralement pas d'éliminer les espèces concernées.

Le remodelage des biotopes, suite à une opération d'enlèvement des plantes (sans forcément constituer une éradication), s'il a pour objectif d'empêcher les plantes exotiques de retrouver des conditions favorables, peut s'avérer une solution relativement efficace.

La gestion de l'ombrage par la restauration et l'entretien d'une ripisylve permet ainsi de réduire l'extension et la dynamique de prolifération des herbiers de jussies ou des massifs de renouées, qui supportent mal la présence d'un couvert d'arbres.

Il s'avère en revanche plus difficile de gérer les caractéristiques de température et de richesse en nutriments. Dans le premier cas, elles relèvent du caractère aléatoire du climat et dans le second, des flux particuliers en provenance des bassins versants.

Toutefois, le caractère confiné de certains des milieux, favorable au développement des hydrophytes envahissantes, peut être réduit par des modalités particulières de gestion de l'eau des tronçons touchés, dans le cas des cours d'eau.

Dans les marais en été, **le rétablissement d'une circulation minimale** (10 à 20 cm/s) peut suffire à réduire les possibilités de développement de ces espèces. Cela peut être réalisé par des circulations forcées (installation de pompes de relèvement), sur des biefs équipés de filtres (filets relevés quotidiennement). Ce principe nécessite au préalable de repenser la circulation de l'eau de manière concertée. Aucune solution de ce type n'a toutefois été expérimentée aujourd'hui. Par ailleurs, dans les secteurs contaminés, cette circulation minimale peut s'avérer être un facteur favorisant la dispersion des propagules des plantes, risque qu'il faudrait donc prendre en compte.

En rivière, le maintien d'une circulation minimale pendant la période d'étiage peut contribuer à limiter la prolifération des espèces exotiques, sous réserve qu'il n'y ait pas de bouturage par les activités nautiques ou les ragondins. Il est en revanche nécessaire que tous les efforts des gestionnaires des rivières tendent vers la restauration de débits minima et le décloisonnement des cours d'eau. Si, effectivement, ce fractionnement des cours d'eau peut limiter les problèmes à certains secteurs, ce même confinement demeure un facteur favorable pour faire perdurer l'implantation d'espèces indésirables.

Il faut toutefois rester vigilant pour éviter que ce décloisonnement des secteurs infestés n'occasionne des colonisations à l'aval importantes (ainsi des chasses « de nettoyage » après curage de biefs dans le canal de Nantes à Brest ont entraîné la colonisation de plusieurs kilomètres de réseau par l'égérie dense).

3. Les méthodes d'enlèvement et de destruction

3.1. Les précautions à prendre

3.1.1. Cas des plantes aquatiques

Toute intervention d'enlèvement doit faire l'objet d'une préparation minutieuse, avec certaines dispositions à prendre au préalable : l'objectif principal est d'empêcher la dispersion de fragments et de boutures, et d'évacuer les biomasses des secteurs à risques.

Les plus grandes précautions doivent également être observées lors des phases de transport des fragments de plantes et du nettoyage du chantier.

✓L'établissement de barrages

Afin d'éviter la dissémination possible de débris flottants ou entraînés entre deux eaux, il convient de sécuriser le périmètre où s'effectue toute opération susceptible d'entraîner la création de boutures ou de fragments de plantes. Si le système peut être confiné facilement grâce à la présence de vannes à proximité, il faut recourir systématiquement à la fermeture de celles-ci, à l'amont et à l'aval. Lorsque l'on ne dispose pas de barrages positionnés de manière pratique, il convient d'établir des barrages amovibles.

- La pose de filets

Un premier moyen consiste à réaliser un barrage en filets à maille fine (<1 cm) sur la largeur du cours d'eau avec un double jeu permettant le levage du filet colmaté sans perte de boutures. Ce procédé a l'avantage de s'adapter à toute largeur de cours d'eau, pour peu que le courant soit faible à nul. Un courant trop important pour le filet en charge peut entraîner des difficultés pour le ramener, voire la perte de celui-ci avec son contenu… Signalons qu'un dispositif adapté d'ancrage et de pose est à prévoir en fonction de cette charge. Tout comme on évitera de devoir déplacer trop souvent les dispositifs, ce qui suppose une récupération des boutures entre la zone de travail et les filets avant leur enlèvement.
Sur les petits cours d'eau ou en marais, la faible largeur (<10 m) peut permettre d'utiliser de petits filets. Toutes les boutures recueillies dans le filet devront être soigneusement extraites pour traitement ultérieur.

Les barrages flottants qui ne touchent pas le fond sont à proscrire, car ils n'empêchent pas le passage de boutures par le fond lorsque la charge du filet entraîne une déviation du courant qui passe par dessous.
Toutefois, dans certains milieux, et sous réserve que la fréquence de ramassage soit suffisante pour limiter la charge, des filets ne touchant pas le fond peuvent être utilisés, notamment pour la jussie, en zone de marais et autres sites à faible courant. L'avantage est que ces filets ne perturbent pas ou peu les circulations hydrauliques et piscicoles (les pêcheurs, notamment, s'inquiètent souvent de voir des filets en travers de la rivière). Dans le Marais poitevin des filets de 80 cm de hauteur sont ainsi utilisés pour des chantiers d'arrachage mécanique de jussie.
La durée des travaux et la longueur du secteur d'intervention doivent également être prises en compte dans le choix du type de filets ou du dispositif à mettre en oeuvre (exemple : sur un tronçon important de rivière, une succession de filets peut être mise en place ou un filet intermédiaire peut être déplacé au fur et à mesure de l'avancement des travaux).

© A. Genillon (Conseil général 49)

- L'établissement de batardeaux

Si l'on dispose d'une pelle mécanique pour l'enlèvement, il peut être simple et rapide de réaliser au préalable un barrage de terre (batardeau) de part et d'autre de la zone à traiter.
Ce dispositif est parfaitement étanche, et peut de surcroît permettre le pompage et la mise à sec pour l'enlèvement, si nécessaire. Les conséquences de ces barrages et de la mise éventuelle en assec sur la flore et la faune non visées par ces interventions doivent être préalablement évaluées.

✓L'écumage

© Syndicat du Don

La procédure d'enlèvement des végétaux, quelle qu'elle soit, produit des fragments. Ceux-ci présentant le risque de bouturer, il faut en réaliser un ramassage méthodique. La majorité des fragments végétaux de tiges et de feuilles sont flottants, ce qui n'est pas le cas des rhizomes. Ce ramassage se fait habituellement à l'épuisette, voire à la main. Cela permet d'atteindre des endroits difficilement accessibles (entre des pieds de roseaux, des éboulements de berges) et de réaliser ainsi une finition aussi rigoureuse que possible. Il faut signaler que les boutures peuvent avoir des tailles très différentes. Or les avancées scientifiques ont permis d'évaluer certains risques : pour les jussies, par exemple, une feuille avec son bourgeon axillaire peut constituer une bouture.

La finition manuelle indispensable

✓Les transferts et le stockage temporaire

La gestion des fragments de végétaux est aussi nécessaire pendant l'opération d'enlèvement. En effet, les végétaux extraits sont souvent d'abord entreposés dans une embarcation (enlèvement embarqué), ou directement sur berge (enlèvement mécanique ou manuel depuis le bord), ou directement en remorque (enlèvement mécanique depuis le bord). Ces phases doivent être soigneusement réalisées, car elles comportent des risques de dissémination ou de prolifération des plantes. Dans le cas des jussies, tout fragment oublié qui se retrouve au contact d'un sol humide est susceptible de prendre racine. Le risque est moindre avec les espèces hydrophytes. Toutefois, le fragment peut être entraîné à nouveau dans l'eau ou être exporté (vent, lessivage par la pluie, animaux…).

Dans le cas d'un transfert et entreposage à la main (ou à la fourche) sur berge, il faut soigneusement préparer le terrain qui reçoit temporairement le dépôt. Il faut éviter de multiplier les zones de stockage, les identifier précisément, et en limiter l'accès au public. La pose de bâches de taille suffisante est souhaitable pour recevoir les dépôts qui viennent d'être extraits du lit. Selon la hauteur et la conformation des rives, il peut être également nécessaire de procéder à un bâchage temporaire de la rive pour éviter le départ de fragments.
Cela présente toutefois l'inconvénient de rendre la reprise mécanique difficile, puisque celle-ci risque à tout moment d'endommager la bâche, et de la rendre ainsi inutile.
Ensuite, les dépôts doivent être soigneusement mis en sacs ou transférés en bennes, etc., avec les mêmes précautions pour tous les fragments se trouvant sur les bords de bâches, qui dépassent des sacs, qui s'envolent des griffes des engins élévateurs, etc.
La surveillance de la finition du chantier devrait donc être confiée spécifiquement à une personne pour assurer une qualité optimale de l'intervention.
Il est de plus préconisé de réaliser une finition manuelle environ une à deux semaines après la fin de l'intervention.

© EDEN

3.1.2. Cas des plantes de berges

Pour le baccharis, qui est une plante à fleurs, le principal facteur de dissémination et d'infestation est le vent. Il convient alors d'intervenir avant septembre, période où les fruits se dispersent. Il n'y a donc pas de problème de portance des sols pour la logistique nécessaire, si les travaux sont réalisés pendant l'été.

Pour les renouées, leur présence près des rives et en trouées des sous-bois rend leur accessibilité difficile. Il convient d'être prudent pour réduire les impacts d'engins lourds sur les berges et sous les ripisylves. L'apparition de crues printanières peut accroître les risques d'entraînement et de dispersion des rhizomes, lors du remaniement des sols. Les précautions concernant la dissémination des fragments, présentées pour les plantes aquatiques, sont également valables. En effet, les recherches actuelles ont montré qu'un morceau de tige de renouée avec un noeud intact peut constituer une bouture. De même, en cas de stockage temporaire de renouées coupées avant exportation pour élimination (ou sur des zones de brûlage), il convient de veiller à ce que les produits de coupe ne touchent pas la terre pour éviter les risques de reprise *in situ* (la pose de bâches ou la réalisation d'un matelas avec des branchages d'autres essences pour éviter le contact renouée/terre végétale est conseillée).

Un accès difficile aux renouées en rives

Par ailleurs, il est désormais prouvé qu'il y a souvent formation de graines viables dans de nombreux massifs de renouées, ce qui conduirait à intervenir si possible avant la floraison.

3.1.3. Le nettoyage des engins et des sites pendant les chantiers

Il est particulièrement important de porter toute son attention sur les éléments périphériques du chantier.

En effet, toute plante et tout fragment de plante disposent à la fois :
- d'une bonne capacité de survie hors de l'eau (quelques jours à quelques mois), notamment si le support à son contact est humide : sol humide, bâche mouillée, motte, flaque, fond de barque, bassine, etc. ;
- d'une excellente capacité de reprise végétative à la moindre occasion de fixation dans un milieu aquatique, même temporaire avec un minimum de substrat.

✓Nettoyage du matériel

Le premier point concerne **le nettoyage des outils ayant été au contact des plantes** : les godets et griffes de pelleteuses, ainsi que les outils manuels et les bottes ou chaussures du personnel. Si les outils manuels sont généralement nettoyés, il est trop souvent considéré que le soleil et le vent sont suffisamment efficaces pour les engins mécaniques.
Il convient d'être vigilant sur la propreté des engins avant leur arrivée sur site. Il faut de même s'attacher à les vérifier s'ils gagnent une autre zone d'intervention, ou d'entreposage et de stockage. Cela aurait par exemple pu éviter qu'un engin de curage provenant du Marais breton n'apporte de la jussie en Brière.
Il est fortement recommandé que tout chantier mécanique d'enlèvement soit doté de facilités pour le nettoyage des instruments sur site, par exemple génératrice portable, pompe à eau portable, nettoyeur haute pression portable.

Le transport ne devrait pas présenter en lui-même de risques de dissémination de fragments. Pour cela il convient que le maître d'oeuvre s'assure de conditions pratiques qui rendent impossible la fuite de fragments des contenants (containers, sachets, etc.) et des véhicules (remorques, bennes, etc.).
Il convient de surveiller l'état des sachets plastiques recevant les déchets végétaux et de réserver leur utilisation à ces travaux pour limiter les risques de transport et de dissémination de fragments lors d'autres utilisations (transport de terre, de branchages…). Un étiquetage des contenants est alors conseillé.
Il convient aussi de les fermer pour un transport en plein air sur remorque. Il faut enfin prendre des précautions particulières pour les transports en vrac sur remorque, benne ou chaland : il faut bâcher ou tendre un filet robuste à maille fine (2 cm maximum) pour éviter la fuite de fragments pendant le transport.

✓Nettoyage des sites

Broyage de solidage : il convient d'être vigilant au nettoyage du site et de ses abords

Chaque chantier connaît le déploiement d'engins mécaniques, de véhicules et des dispositifs de stockage temporaire.
Bien que dédiés à une fonction de nettoyage, tous ces éléments présentent dans leur fonctionnement un risque potentiel de contamination locale et de dissémination (mouvement des pelles, foulage et roulage...).

Il est donc important que toutes les personnes du chantier soient vigilantes sur ces questions et qu'une personne au moins soit désignée pour vérifier ces éventuelles contaminations, au fur et à mesure, sur des zones périphériques du chantier.

3.2. Les périodes d'intervention

Il apparaît judicieux que les interventions soient réalisées de manière précoce : la taille moindre des herbiers et des plantes conduit à un risque plus faible de production de boutures, pour un même niveau de précautions lors des travaux d'enlèvement.

Cependant, lorsqu'il s'agit d'arrachage mécanique de jussie ou de myriophylle du Brésil, il peut être conseillé de ne pas réaliser l'intervention trop précocement car les végétaux sont encore tendres en début de saison. Il est alors préférable d'attendre un peu pour avoir une traction supérieure sur les plantes sans cassure, en raison d'une lignification partielle des tiges, ce qui permet de retirer le système racinaire plus efficacement. Par ailleurs une intervention trop précoce peut ne concerner qu'une partie des herbiers, certains n'étant visibles que relativement tardivement.

Il est donc important de suivre l'évolution du développement de ces plantes pour limiter les quantités à extraire, tout en s'assurant de l'efficacité de l'arrachage.

3.3. Les techniques à utiliser

3.3.1. Les interventions mécaniques

Les interventions mécaniques ont pour objet d'améliorer le rendement des opérations d'enlèvement. Les rapports coût-efficacité sont souvent intéressants.
Ces interventions sont traumatisantes pour le milieu (remaniements brefs et intenses qui affectent tous les organismes vivants, pollution physique provenant de la remise en suspension des sédiments superficiels, etc.) et doivent être réservées à des opérations de restauration de sites fortement colonisés. Il demeure important de diagnostiquer au préalable la sensibilité du milieu pour connaître ce qui est susceptible d'être temporairement ou définitivement perdu en termes d'habitats ou d'espèces. Les cadres réglementaires doivent impérativement être respectés.

Il est souvent préconisé de considérer que les interventions mécaniques doivent surtout correspondre à des opérations « lourdes » de restauration. Elles ne doivent pas se répéter dans le temps, mais être accompagnées d'interventions complémentaires de finition ou d'entretien à base de techniques manuelles.

✓Le faucardage et la fauche

- Les plantes aquatiques immergées

La technique de faucardage est très largement employée depuis de nombreuses décennies pour réguler les peuplements de végétaux aquatiques indigènes. Il s'agit d'un système de barre de coupe composée de cisailles horizontales (barres de coupe adaptées des faucheuses agricoles). Elle peut aussi recourir au passage de lames coupantes tractées sur le fond (principe de la faux).
Cette coupe, même suivie d'une récolte partielle des végétaux coupés, est à proscrire dans le cas des végétaux exotiques en raison de la difficulté de gestion des boutures qui sont systématiquement produites. L'abandon dans les eaux de tout ou partie des matières organiques produites peut engendrer des consommations importantes d'oxygène pouvant créer des dommages à la faune aquatique dans les milieux stagnants.

Une coupe et une récolte simultanée (moisson) est possible avec des engins spécifiquement conçus (bateau moissonneur). Ces interventions sont réservées à des plans d'eau ou des milieux aquatiques de grandes dimensions aux fonds assez réguliers et concernent exclusivement les plantes immergées telles que le lagarosiphon ou l'égérie dense. Cette technique est également utilisable sur les canaux navigables en raison de l'absence de courant et de la possibilité de fermeture du secteur en travaux par des écluses par exemple. Elles sont à répéter annuellement et leur durée d'efficacité est généralement réduite à quelques mois. Par rapport au faucardage seul, elles présentent l'important avantage de retirer du milieu aquatique les plantes coupées au fur et à mesure de l'avancée de l'appareil et donc de limiter l'abandon de boutures dans le milieu.

La coupe des végétaux est réputée avoir pour effet de stimuler leur repousse au cours de la saison de croissance et elle doit être renouvelée si l'on veut réduire fortement l'occupation du milieu par ces plantes. Dans tous les cas, elles n'auront pas véritablement souffert, les bases racinaires ou les rhizomes ayant été épargnés, conservant leur potentiel végétatif pour une reprise l'année suivante. Des essais d'arrachage de lagarosiphon dans l'étang Blanc (Landes) ont montré une efficacité technique intéressante mais les apports de boutures depuis les zones périphériques ont très fortement diminué la durée de la réduction de la colonisation.

Dans les cas où ces techniques peuvent être utilisées, il est nécessaire de tenir compte des capacités de fuite des organismes nageurs. En effet, il convient d'adopter un rythme d'avancement du bateau en rapport avec les vitesses de fuite des alevins de poissons (15 à 20 cm/s soit 0,5 km/h), qui sont les hôtes privilégiés des herbiers de tous types. De plus, des tests réalisés sur la Sèvre niortaise ont montré que les captures de poissons par les tapis roulants d'un bateau moissonneur étaient inférieures dans l'après-midi et lorsque l'appareil fonctionnait dans le sens du courant (Dutartre et al., 2005).

Chantier de gestion de l'égérie dense à Fontenay-le-Comte (Vendée)

L'égérie dense a été détectée pour la première fois à Fontenay-le-Comte en 1997, dans la rivière Vendée, en centre ville. L'envahissement s'est alors rapidement étendu sur plusieurs kilomètres en aval.
Un premier faucardage a été réalisé en 1999 sur 2000 m de linéaire, dirigé par la commune. Mais de 1999 à 2006, aucune intervention n'a plus eu lieu, faute de moyens financiers et d'entente entre les collectivités locales. Face au développement de l'espèce, en 2005, le Syndicat mixte marais poitevin, bassin de la Vendée, de la Sèvre et des Autizes (SMMPBVSA) décidait donc de se charger des chantiers de gestion de l'espèce, avec l'appui technique de la Fédération de Vendée pour la pêche et la protection du milieu aquatique. Depuis 2006, des chantiers de régulation de l'espèce sont donc mis en oeuvre tous les ans. Entre l'automne 2009 et le printemps 2010, un état des lieux a été réalisé, qui a permis de définir les zones prioritaires et le linéaire à traiter, grâce à l'appui méthodologique et technique de la DREAL Pays de la Loire et d'Agrocampus Rennes. Ainsi, durant trois semaines et demie en juillet-août 2010, 8,7 km de linéaire de la rivière Vendée ont été traités par faucardage avec récolte des résidus, soit quelque 845 m³ qui ont été exportés vers une parcelle agricole non inondable. Le coût de l'intervention a avoisiné les 60 000 euros HT. Malgré cela, quelques semaines après le chantier, des traces d'égérie ont été observées sur le bord des berges, qui incitent à prendre quelques précautions supplémentaires pour les années à venir, comme de prévoir une finition manuelle, ou adapter la période d'intervention en fonction des niveaux d'eau afin d'approcher les berges…

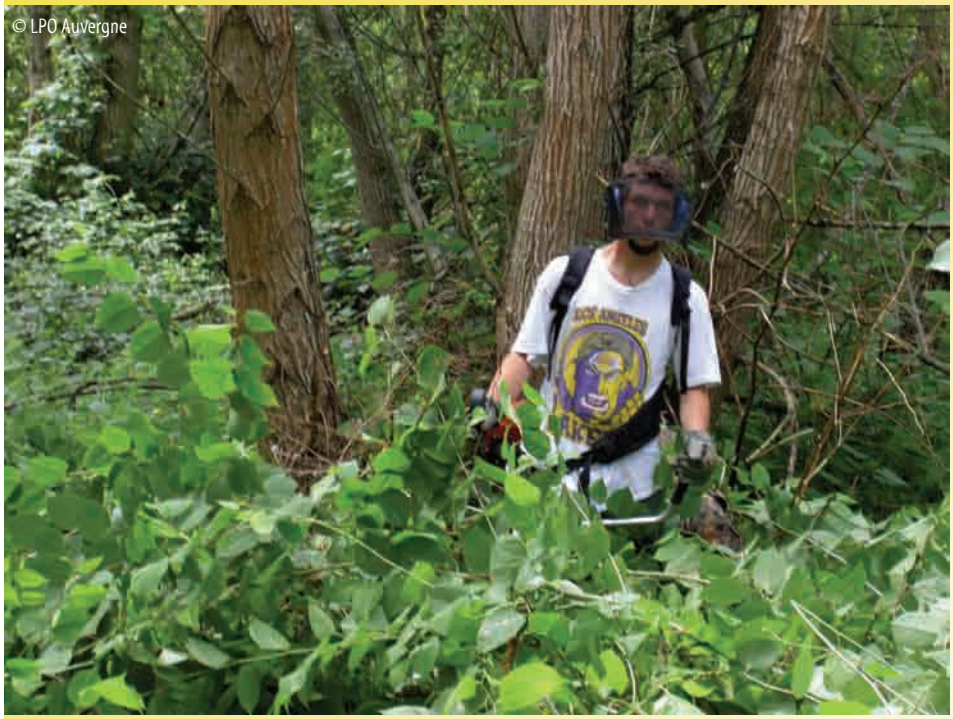
© D. Astier et J. Haury (Agrocampus Ouest)

- Les plantes de berges

La coupe ou la fauche occasionnelles sont généralement déconseillées, puisqu'elles ne permettent d'aboutir qu'à une revitalisation des plantes, avec seulement des effets visuels très temporaires.

Pour le baccharis, la coupe répétée sur une même saison pendant plusieurs années a toutefois donné de bons résultats (sur quelques sites-tests entretenus par les paludiers sur les marais de Guérande). Cette opération réalisée avant la floraison peut en outre permettre d'épuiser le stock de graines. Elle permet également de traiter les pieds vivaces avec d'autres méthodes (arrachage de préférence, traitement chimique avec des produits non rémanents à privilégier si le pied mort n'est pas exporté, et en respectant la réglementation - y compris locale, notamment les arrêtés préfectoraux qui souvent interdisent tout emploi de phytocide en zones humides -).
Pour les renouées, les coupes de tiges constituent des opérations à risque en raison des probabilités de dispersion des fragments susceptibles de bouturer. Toutefois, elles donnent de bons résultats sur plusieurs années si elles sont faites de manière répétée au cours de la saison de végétation, ce qui tend à affaiblir les rhizomes. Le réglage de la barre de coupe suffisamment haut permet d'éviter de toucher et de disperser les rhizomes qui sont les éléments majeurs de dispersion de ces espèces.

Quelques tentatives de gestion des renouées par la fauche


© LPO Auvergne

Bimova et al. (2001) ont testé différentes méthodes de lutte contre les trois taxons du genre Reynoutria. *Une des modalités consistait à faucher une fois les massifs (en mai) : l'auteur estime que cette technique n'a globalement donné de résultats probants sur aucun taxon. Toutefois, si ce traitement n'a pas notablement réduit la densité de tiges, l'augmentant même dans le cas de* R. x bohemica, *la biomasse aérienne a diminué de 86 % en moyenne (soit 83 % pour* R. japonica, *88 % pour* R. x bohemica *et 87 % pour* R. sachalinensis) *par rapport au témoin. Une autre modalité consistait, après fauche et exportation des parties aériennes, à travailler le sol sur une profondeur de 50 cm de manière à contrarier le développement du système racinaire. Cette méthode a conduit à une réduction de 92 % (moyenne entre les trois taxons) de la biomasse aérienne par rapport au témoin et a notamment donné des résultats satisfaisants contre la renouée de Sakhaline dont la biomasse aérienne initiale représentait 95 % de celle du témoin.*
Baker (1988), cité par Barney et al. (2006), affirme que des fauches répétées toutes les deux semaines pendant deux ans lui ont permis d'éradiquer un massif de renouée du Japon, tandis que dix années d'arrachage n'ont pas permis d'épuiser les réserves des rhizomes.
Adler (1993), cité par Alberternst & Böhmer (2006) considère que la fauche répétée pendant plusieurs années transforme les massifs de renouée en communauté diversifiée. Selon lui, la fauche doit être pratiquée avant la mi-mai afin d'éviter le transfert de nutriments vers les rhizomes. Sept années de fauche n'ont toutefois pas permis d'éradiquer la plante ; la fauche présenterait l'inconvénient d'affaiblir également les plantes "désirables".
McHugh(2006), se basant sur la bibliographie et sur des essais menés par The Nature Conservancy entre 2000 et 2003, considère que la fauche seule ne suffira pas pour éradiquer des massifs de renouée sauf si elle est pratiquée pendant plusieurs années. Selon le même auteur, The Nature Conservancy aurait réussi à éradiquer une petite station de renouée (25 tiges) en réalisant 17 fauches réparties sur trois ans. Il considère que la fauche a des chances de succès si elle est réalisée deux fois par mois d'avril à août, puis une fois par mois jusqu'aux premières gelées, en prenant garde à ce que les tiges ne dépassent jamais 15 cm de hauteur.

✓L'enlèvement avec pelles mécaniques pour les plantes aquatiques

Les méthodes mécaniques, traumatisantes pour le milieu naturel, doivent être réservées à des stades avancés de colonisation.

Les travaux basés sur l'utilisation d'engins dotés de bras hydrauliques permettent soit de réaliser des arrachages de tiges et/ou de pieds en grandes quantités, soit des enlèvements combinés de plantes avec le sédiment. Dans ce dernier cas, les opérations sont alors assimilables à des travaux de curage. Il convient donc de se mettre en conformité avec les procédures réglementaires correspondantes (cf. chapitre Réglementation, p. 22-27).

Les pelles peuvent être montées sur pelleteuses, tracto-pelles ou sur radeau autotracté. Ces derniers sont réservés à des espaces en eau suffisamment vastes ou inaccessibles. Ils impliquent également des moyens logistiques complémentaires (barge de stockage).

Ces travaux sont à réserver aux opérations de grande envergure (plusieurs centaines à plusieurs milliers de mètres cubes de végétaux humides), lorsque l'accessibilité aux engins de chantier est bonne.

Leur efficacité est diversement appréciée en termes de reprise, le risque principal demeurant la présence de boutures et le maintien de rhizomes ou de bases racinaires des plantes.
Dans le cas des jussies, un risque complémentaire secondaire est la présence possible d'une banque de graines. Les suivis de ces opérations réalisés depuis plusieurs années nécessitent d'être analysés. Mais ces travaux présentent l'intérêt d'ôter une partie conséquente des biomasses et donc de limiter momentanément les nuisances hydrauliques et biologiques.

© DREAL Pays de la Loire

Arrachage de jussie à la griffe sur l'Erdre

- <u>Bras équipé d'un godet de curage : pratique de restauration par curage (ou d'entretien en marais)</u>

L'utilisation d'un godet de pelle mécanique, adapté au curage des fossés en marais, permet de combiner une opération de curage avec l'enlèvement des rhizomes des plantes, des jeunes plants et des boutures, et éventuellement des graines stockées dans les sédiments.
Il est conseillé d'éviter une intervention par curage de ce type en fin de saison estivale pour réduire les quantités à enlever.

Attention une telle opération ne s'opère qu'une fois lors d'une restauration. Il peut arriver de pratiquer cette opération de manière répétée, si les colonisations sont récurrentes et ne régressent pas, mais seulement au rythme des curages en marais (de 5 à 20 ans).

Cette opération est rarement réalisée « à sec », sauf dans des fossés atterris. Un godet de profil arrondi et étroit, d'une largeur de 1,5 à 2 m est habituellement employé.
La majorité des curages réalisés « en eau » le sont à l'aide de godets de même forme, mais ajourés pour permettre à l'eau de s'échapper. De nombreuses boutures résultent de cette pratique, d'où des bouturages fréquents. Il convient donc de prendre les précautions d'usage (filets amont/aval, récolte des boutures à l'épuisette, récolte manuelle des brins en berge).

Le curage ne peut pas être réalisé en cours d'eau : il est donc strictement réservé aux marais connaissant de fortes sédimentations (marais littoraux, fossés des zones humides alluviales) et pour lesquels ces procédés font partie de l'entretien ordinaire.

- Bras équipé d'un godet d'arrachage : pratique d'entretien

Des godets de formes variées ont été mis au point ces dernières années afin de permettre l'arrachage et l'enlèvement des plantes en milieu aquatique. Ils comportent classiquement une écuelle ajourée pour permettre à l'eau de s'échapper. Par rapport aux modèles précédents, ils disposent de dents rallongées et rapprochées, assimilables à des griffes courtes. Les fabricants recherchent le meilleur compromis entre capacité d'arrachage, d'emport et de déversement.

Comme pour les méthodes de curage en eau, de nombreuses boutures sont formées et le bouturage est encore assez important, ce qui nécessite de prendre les précautions d'usage (filets amont/aval, récolte des boutures à l'épuisette, finition manuelle des brins en berge pour limiter la dégradation de celle-ci par le godet).

- Bras équipé d'une griffe d'arrachage : pratique d'entretien

Cette méthode vise à extraire les plantes accompagnées ou non de tout ou partie de leurs rhizomes.
Le dispositif est composé d'une griffe simple ou double (pince) articulée au bout d'un bras hydraulique. L'opérateur plonge la griffe dans l'eau et se saisit d'une brassée de plantes. Il tire ensuite le plus délicatement possible pour extraire les tiges de la vase, accompagnées de leur rhizome.

L'efficacité de cette technique est tributaire à la fois de la dextérité de l'opérateur, mais également de la résistance des fonds, et de la résistance des tiges. Cette dernière est variable selon le stade de développement des plantes.

Le bouturage est encore assez important et nécessite de prendre de nombreuses précautions.

Il apparaît que, dans le cas particulier des griffes montées sur un bateau, on obtienne une efficacité d'enlèvement améliorée. Les mouvements souples réduisent les risques de rupture des tiges. Une hauteur d'eau minimale est toutefois requise pour la navigation.

Pour toutes ces techniques mécaniques, une finition à la main (arrachage des tiges résiduelles et ramassage des fragments à l'épuisette) demeure absolument nécessaire.

Ramassage manuel de jussie sur l'étang d'Apigné (35)

Attention : ces méthodes sont peu sélectives dans le cas de peuplements mixtes avec des végétaux indigènes, ou en marge de peuplements. Il convient alors de traiter ces secteurs à la main.

Les caractéristiques du site d'intervention (largeur, hauteur des berges, profondeur, envasement, hauteur d'eau…) doivent être connues préalablement pour permettre ou réaliser correctement ce type d'intervention.

✓L'enlèvement à la pelle mécanique des plantes de berges

La méthode d'extraction des racines par terrassement demeure la plus efficace pour les renouées et le baccharis. Ces pratiques radicales sont à réserver à des zones restreintes (quelques dizaines de mètres carrés) sur des secteurs à fort enjeu d'où elles doivent absolument disparaître. C'est le cas de nouveaux foyers isolés, ou de foyers à fort risque de dissémination.

Ces pratiques demeurent peu utilisées car il n'est pas envisageable de retourner les sols pour dessoucher sans garantie de succès sur de grandes surfaces en zones humides et en bord de cours d'eau.

Les résidus de terrassement doivent être exportés, car le risque d'enfouir des boutures en comblant à nouveau les trous demeure important même avec un sol préalablement tamisé.
L'exportation est elle-même la principale source de dissémination de ces espèces, il convient donc de réaliser des opérations de traitement sur ces sols (concassage, dessèchement en couche mince) pour réduire les risques de bouturages des racines ou des rhizomes. Ces matériaux doivent être considérés comme des déchets « à risque ».

Dans tous les cas, il est déconseillé de parcourir les zones humides avec des engins lourds de terrassement pour effectuer un travail diffus, nécessitant de " labourer " des sols sensibles.
Il convient de privilégier autant que possible les opérations de prévention.

3.3.2. Les interventions manuelles

A l'heure actuelle, elles constituent un ensemble de méthodes qu'il convient de largement préconiser. Très sélectives lorsqu'elles sont mises en oeuvre par du personnel formé, elles se justifient pleinement sur des milieux sensibles et/ou à petite échelle. Elles sont le seul recours dans les milieux à faible accessibilité par des moyens mécaniques. Elles sont généralement préconisées en complément des méthodes mécaniques pour améliorer la durabilité des interventions en contribuant à retirer du site de nombreuses boutures abandonnées par les machines de travaux.

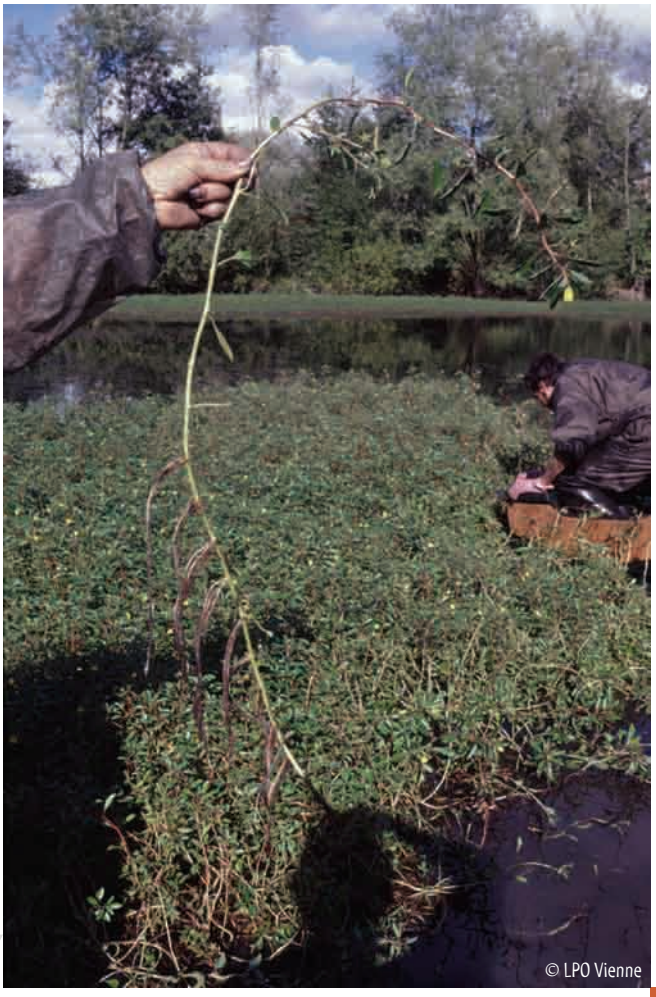
Elles peuvent être utilisées au cas par cas pour des travaux de plus grande ampleur à visées curatives.

Il convient de noter le caractère très pénible de ce travail, associé aux risques sanitaires dus au contact direct avec l'eau (leptospirose, bactéries fécales, etc.), ce qui doit amener à ne le mettre en oeuvre que dans des situations bien spécifiques, en adoptant des modalités pratiques qui permettent de réduire, autant que faire se peut, cette pénibilité.

✓Pour les plantes aquatiques

Le travail manuel est souhaitable dans la mesure où la main demeure le seul instrument permettant de jauger de la résistance et de l'intégrité des plantes, même dans des conditions où la visibilité est très réduite (eaux souvent turbides). L'utilisation d'outils manuels (crocs, râteaux, petites pelles…) peut s'avérer un complément utile aux travaux strictement manuels.

Cette qualité permet de travailler en évaluant assez précisément la proportion de rhizomes extraits et réduit sensiblement le bouturage. Cette opération peut être réalisée depuis le bord avec des cuissardes, ou depuis une embarcation, dès que les conditions de vitesse de courant et de profondeur des eaux le permettent. Dans la mesure du possible, l'utilisation d'une embarcation est d'ailleurs recommandée car elle limite les impacts locaux sur le site (absence de piétinement, accès direct aux pieds de berge et donc aux herbiers), réduit la fatigue des opérateurs et permet de stocker des volumes de plante sans contraintes physiques trop importantes (en limitant le port de charges lourdes d'un site à un autre par exemple).
Il faut tirer doucement sur les plantes en saisissant d'abord plusieurs tiges, puis le rhizome. Il convient ensuite de tirer la plus grande longueur possible de celui-ci sans le casser. C'est ce travail qui offre les meilleures garanties, sous réserve d'opérateurs formés, soigneux et méthodiques.


© LPO Vienne

Chantier bénévole d'arrachage de jussie dans la Vienne

L'arrachage manuel est la méthode la moins traumatisante pour le milieu : la progression des chantiers laisse le temps à la faune de s'échapper et la mise en suspension des sédiments est localisée (quelques dizaines de mètres carrés). C'est une méthode sélective car seuls les foyers de la plante visée sont enlevés, ce qui permet aux autres espèces présentes sur le site de se développer (la biodiversité se trouve favorisée). Enfin, même si le foulage et l'extraction des rhizomes favorisent le remaniement des sédiments, ils conservent leur cortège d'espèces, ou peuvent être rapidement recolonisés.

En cas d'exondation des milieux aquatiques, l'arrachage manuel est délicat et peu efficace. Il est difficile d'intervenir sur les prairies humides hors période en eau et sur les berges asséchées. De plus, les interventions tardives, notamment les années à faible niveau d'eau, limitent fortement l'efficacité de l'arrachage manuel et en accroissent la difficulté. Les volumes à extraire peuvent aussi augmenter fortement. Il est donc primordial d'agir le plus précocement possible sur les herbiers en faisant coïncider l'émergence des plantes avec les premières interventions.

Elodée de Nuttall sur la Route d'eau de Fontaines (Souil, 85)

Actuellement, il n'existe pas de méthode éprouvée de gestion des formes terrestres de jussies.

L'arrachage manuel des plantes aquatiques est efficace pour des plantes faiblement enracinées et des espèces peu cassantes. Il s'avère par exemple que la méthode semble assez peu efficace lorsqu'il s'agit de l'égérie dense ou des élodées qui se fragmentent facilement.

✓Pour les plantes de berges

L'entretien par arrachage manuel est faisable très localement avec une pelle-bêche ou une binette pour les jeunes plants. Il faut les exporter dans des sacs ou les incinérer sur place (lorsque le site est adapté) en respectant la réglementation en vigueur, pour éviter tout risque de ré-enracinement ou de reprise de boutures.

Cela requiert toutefois une surveillance précise des secteurs concernés pour pouvoir intervenir au moment opportun et suppose un inventaire et une délimitation des herbiers par une cartographie préalable.
L'arrachage manuel est simple à mettre en oeuvre sous réserve d'une formation des opérateurs et ne nécessite que des moyens techniques courants (embarcations, sacs, waders, gants). Les aspects sanitaires pour le personnel de ces interventions doivent également être pris en compte.
L'augmentation de l'intensité des interventions permet d'exercer une pression importante sur les herbiers. Dans les cas les plus compliqués à traiter, les ramassages doivent être poursuivis toute la saison avec un délai entre passages successifs qui peut être réduit à trois à six semaines. Les volumes plus faibles à enlever au cours de ces interventions successives limitent la pénibilité des travaux et réduisent les coûts de main d'oeuvre. Ils peuvent même constituer une alternative intéressante à des interventions mécaniques tardives.
La réussite de l'arrachage manuel est en lien direct avec une action étendue dans le temps (pluri-annualité des interventions et parfois plusieurs passages dans la saison) et dans l'espace (intervention la plus exhaustive possible). A ces conditions, il s'avère très efficace et peu producteur de boutures.

En conclusion, la récolte manuelle est un moyen à privilégier sur les zones nouvellement infestées, en "front de colonisation", sur lesquelles il convient d'intervenir au plus tôt. Ce moyen est aussi indispensable pour la finition de chantiers d'arrachage mécanique ainsi que pour l'entretien diffus. S'il est de mise en oeuvre assez simple, il suppose néanmoins une formation minimale des opérateurs surtout dans l'objectif d'arrachages sélectifs et la mise en place de conditions de sécurité spécifiques et d'améliorations des conditions pratiques de ces travaux pour en diminuer la pénibilité (matériel adapté, etc.).

Exemple de tentative d'éradication d'une station de crassule de Helms détectée précocement

Le 29 juin 2010, à la demande de l'association Bretagne vivante, l'antenne de Nantes du Conservatoire botanique national de Brest (CBNB) visitait une station d'hydrocotyle fausse-renoncule située sur un bassin d'orage à Guérande (44). Outre l'hydrocotyle, quelques plaques de crassule de Helms étaient également présentes, couvrant alors moins d'un m² au total. Le CBNB a néanmoins immédiatement averti le Conseil général de Loire-Atlantique, à la suite de quoi un chantier d'arrachage, géré par Bretagne vivante, a été mis en place pour tenter d'éradiquer cette plante. Sept bénévoles de l'association se sont ainsi réunis durant deux heures le 18 juillet 2010 en matinée pour arracher les pieds de crassule qui couvraient alors environ 10 m². En effet, en trois semaines, la surface colonisée avait été multipliée par dix, la croissance ayant certainement été accélérée par les fortes chaleurs de cette période. L'élimination n'a cependant pu être totale, du fait notamment de cette superficie plus importante que prévue, mais également parce que les bordures du talus entourant le bassin venaient d'être fauchées et qu'une partie des stations étaient recouvertes de foin. Le fait que la plante se trouvait en mélange avec d'autres espèces végétales compliquait encore son arrachage. D'autres interventions auront été nécessaires pour s'assurer de l'éradication complète.

© CBNB Antenne de Nantes

Une sensibilisation par voie de presse a également été envisagée, afin d'éviter que les personnes nettoyant leur bassin d'agrément continuent de disséminer ces espèces exotiques envahissantes.

Cet exemple montre l'importance tant de la prévention que de la surveillance et de la rapidité des réactions pour éradiquer, ou au moins contenir, des espèces à fort potentiel invasif.

© CBNB Antenne de Nantes

Les crassules arrachées, étalées sur un bord de talus sec

3.3.3. Les interventions chimiques

✓Pour les plantes aquatiques

Depuis fin 2009, il n'existe plus aucun produit phytosanitaire homologué pour les milieux aquatiques.

En outre, l'arrêté ministériel du 12 septembre 2006 précise les conditions de traitement à proximité des points d'eau (définition de zones non traitées). Cet arrêté a été depuis repris et précisé dans plusieurs départements (cf. chapitre Réglementation, p. 27-28).

✓Pour les plantes de berges et les formes terrestres des plantes aquatiques

Des herbicides restent autorisés pour des applications sur les plantes de rives (sous réserve d'une absence d'entraînement du produit dans les eaux).
Aucun d'entre eux n'étant toutefois spécifiquement dédié à cet usage, il convient de mettre en oeuvre des interventions présentant une efficacité certaine avec les risques les plus réduits possibles. Il est à souligner que même si leur usage est parfois autorisé nationalement, des arrêtés préfectoraux peuvent en interdire l'usage régionalement. De plus, il convient de respecter la réglementation en bord de cours d'eau et fossé, qui dans de nombreux départements interdit l'usage de pesticides à proximité (respectivement moins de cinq mètres et moins d'un mètre).

Le glyphosate a été testé avec succès à plusieurs reprises sur les renouées. Mais l'application sélective est très difficile dans des fourrés denses.

© Cap Atlantique

Le baccharis fait l'objet de tests avec différents produits qui n'ont pas encore apporté de résultats probants. Depuis 2003 la Communauté d'agglomération Cap Atlantique (presqu'île de Guérande), avec l'aide du SRPV des Pays de la Loire, teste des protocoles (pulvérisation sur des rejets et dévitalisation de souches au pinceau) avec différents herbicides sélectionnés pour leur faible rémanence, avec un suivi de leur dispersion pour évaluer leur impact écotoxicologique. Néanmoins les récents arrêtés préfectoraux interdisant l'usage des pesticides dans les zones inondables en limitent désormais très fortement l'usage, les développements en zone plus sèche étant très restreints.

Dévitalisation des souches de baccharis au pinceau sur la presqu'île de Guérande

Sur les jussies colonisant les prairies humides, le glyphosate conduit à une sénescence sans mort des pieds. Si des expérimentations ont été menées en Brière, les arrêtés précités interdisent tout usage en milieu humide des autres molécules testées et les résultats de ces expérimentations n'ont pas été diffusés.

3.3.4. Les travaux de curage

Il s'agit dans ce cas d'intervenir de manière ponctuelle dans le temps sur un milieu en phase d'atterrissement par interventions lourdes. Ces travaux supposent de respecter strictement la réglementation en vigueur sur les travaux en cours d'eau ou en plans d'eau.

Les pertes de fonctionnalités des milieux aquatiques (capacité hydraulique, capacités biotiques) peuvent parfois justifier un recreusement. Ces milieux "vieillis" sont propices à l'installation de plantes envahissantes qui vont amplifier et accélérer le mouvement de comblement. De plus, ces sites sont des foyers potentiels de dispersion de ces plantes pour les milieux aquatiques environnants.

La méthode consiste en un enlèvement simultané d'une épaisseur de vase importante et des végétaux qui s'y sont implantés (rhizomes, tiges). Il a aussi pour intérêt d'extraire un stock de graines (fortement supposé dans le cas des jussies, et avéré sur certains sites).
Ce travail peut être fait en eau, ou à sec.

✓Le curage en eau

Cette pratique est conseillée pour les milieux recelant de la faune mobile (poissons, amphibiens), pouvant s'échapper du site sur lequel sont réalisés les travaux. Cette technique permet en outre des économies d'eau en absence de vidange.

Dans ces conditions, il est en revanche difficile de modeler une ligne de fond et de n'enlever que ce qui est souhaité (règle du vieux fond - vieux bord). Une baisse progressive du niveau de l'eau avant le chantier (une semaine à quinze jours selon la taille du plan d'eau ou du bief) peut être une solution permettant l'échappement des animaux et l'obtention d'une ligne d'eau suffisamment basse pour pouvoir s'en servir de référence pour le profilage longitudinal. La mise en oeuvre de cette technique est beaucoup moins problématique dans les plans d'eau vidangeables.

✓Le curage à sec

Cette méthode est couramment employée pour effectuer un travail avec contrôle visuel.
Il est nécessaire d'effectuer une vidange préalable en prenant toutes les précautions nécessaires pour permettre l'échappement de la faune. A cette fin, il convient de se rapprocher de l'ONEMA pour un cadrage de méthode, et des Fédérations départementales de pêche pour un soutien technique, en ayant pris soin de procéder à la déclaration ou demande d'autorisation préalable (cf. chapitre Réglementation, p. 26-27).

De tels travaux menés en période froide (de la fin de l'automne au début du printemps), sont préjudiciables aux espèces enfouies - cistudes (tortues), anguilles, tanches, carpes - et peuvent avoir des incidences notables sur les biocénoses à l'aval des milieux aménagés (flux polluants d'eaux chargées en matières en suspension, en éléments toxiques…).

Il faut donc que ces travaux soient effectués en période de bascule de température, au moment où la faune mobile peut fuir : début du printemps ou fin d'automne, et de préférence avant que les végétaux envahissants aient commencé à produire de grandes quantités de biomasse.
L'extraction des rhizomes et des boutures subsistant dans les vases du fond nécessite une finition manuelle complémentaire plus tardive (printemps ou été suivant).

Le milieu ainsi traité reste faiblement accueillant pour la flore et la faune benthiques. Le sédiment subsistant est souvent dur et les souches de micro-organismes à la base des chaînes alimentaires nécessitent la présence de vase molle ou de fonds meubles pour se développer de nouveau dans de bonnes conditions.
Si on est certain que les sédiments situés à proximité des travaux ne contiennent pas de fragments, boutures ou rhizomes de plantes indésirables, il est donc conseillé d'effectuer un "ensemencement" de loin en loin (tous les cinquante mètres en canal, par exemple). Pour cela, l'opérateur d'engin va recueillir une mince pellicule de vase de surface (5 cm) avec le godet de la pelle mécanique, qu'il étend précautionneusement sur quelques mètres carrés de la zone curée.

La cistude, une espèce protégée à prendre en compte dans les travaux de curage à sec

© R. Riols (LPO Auvergne)

En cas de doute sur l'innocuité des vases, il convient de s'abstenir de tout apport de sédiment.

De même, il peut être intéressant d'effectuer à cette occasion la plantation de rhizomes ou de pieds d'hydrophytes si l'on dispose de souches résiduelles des populations qui étaient antérieurement présentes sur le site. Il en est de même pour les hélophytes de berges, aux endroits où les jussies les avaient colonisées. Le recours à des plantes provenant d'autres milieux, même proches, est à proscrire. En aucun cas, on n'introduira des boutures dont l'origine génétique est inconnue (plantes vendues en jardinerie) mais on prélèvera (après recueil d'avis) des boutures de plantes autochtones dans des milieux comparables.
Ce travail particulier nécessite une préparation préalable intégrée à un plan de restauration.

3.3.5. Cas particulier de l'ambroisie

Quand l'ambroisie commence à être signalée dans une région, il importe d'exercer une vigilance de tous les instants afin de ne pas se laisser envahir. Chaque habitant (propriétaire ou locataire) devient alors responsable des plants d'ambroisie qui peuvent se développer sur son terrain. Par conséquent, il doit veiller à mettre tout en oeuvre pour les éliminer et éviter qu'ils se propagent. Il conviendra de mettre en place une campagne d'information et de sensibilisation adaptée.

Le devoir de tous est de surveiller, d'alerter et d'agir. Si une personne rencontre de l'ambroisie, le premier réflexe doit être de l'arracher. Si les quantités s'avèrent trop importantes, elle doit prévenir immédiatement le propriétaire, locataire, gestionnaire ou la municipalité afin qu'une action soit entreprise.

L'ambroisie à feuilles d'armoise

✓Les solutions pour prévenir l'apparition de l'ambroisie en agriculture

- Favoriser la rotation des cultures.
- Nettoyer les bords de chemins et de champs pour éviter la propagation.
- Prévoir le travail du sol après moisson des parcelles infestées.
- Faucher dans les jachères à partir de mi-juillet.

✓Les solutions pour prévenir l'apparition de l'ambroisie dans les autres situations (espaces verts, jardins, voiries et axes de communication, terrains en friche, chantiers…)

- Favoriser la concurrence des autres végétaux et la diversité végétale, même sur des gazons, par exemple avec des plantes à fleurs.
- Végétaliser par semis ou implantation d'espèces herbacées et arbustives (type engrais vert : moutarde, trèfle, luzerne…).
- Installer un paillis en recouvrant le sol de matériaux qui bloquent la végétation (copeaux de bois, écorces, graviers, pierre concassée, etc.), près des arbustes et plantations.
- Installer un géotextile en étendant une membrane textile fibreuse sur le sol, qui empêche à long terme toute installation d'espèce végétale (ceci est à réserver pour la protection de stocks de terre et de matériaux).
- Apporter de la terre non infestée, en s'assurant auprès du fournisseur que la terre provient bien d'une zone non infestée par l'ambroisie ; si elle est destinée à une pelouse régulièrement tondue, cela n'est toutefois pas nécessaire.
- Nettoyer les outils d'excavation avant et après utilisation, pour effectuer les travaux impliquant d'importer ou d'exporter de la terre.
- Ne pas transporter de terre provenant de zones contaminées (matériau à risque).

Ces différentes solutions préventives s'adressent aux espaces verts, aux voies de communication, aux zones pavillonnaires (après ou pendant la construction), aux terrains en friche, aux chantiers de travaux publics…

✓Les solutions pour détruire l'ambroisie

Une fois sortie de terre, l'ambroisie est potentiellement nuisible. L'idéal est donc de détruire tous les plants visibles. Si certains contextes ne le permettent pas, de nombreuses solutions existent pour améliorer la situation et éviter la propagation des graines.

- Arracher est la méthode la plus efficace pour réduire la quantité de pollen et de graines. Il faut arracher avant le mois d'août, période de la pollinisation de la plante. La plante n'est qu'exceptionnellement allergisante au contact cutané, mais l'usage des gants est recommandé.

© J. Thomas (Pollen-Azur Multimedia)

Broyage d'ambroisie en bord de route

- Tondre, broyer ou faucher sont à privilégier en cas de grande quantité d'ambroisie ; on procède alors à une coupe haute (supérieure à 10 cm) en mai-juin, que l'on peut être amené à recommencer, puis à une coupe très basse à partir de fin juillet / début août, idéalement pendant la période de floraison (avant la pollinisation).

- Appliquer diverses techniques agricoles, en milieu agricole ou dans d'autres contextes : la technique du faux-semis, l'utilisation du sarcleur, d'une houe rotative ou d'un rotoculteur permettent de détruire l'ambroisie par le travail du sol et le déracinement des plantes. D'une façon générale, on privilégiera les moyens alternatifs aux herbicides. Le désherbage chimique sera réservé pour le traitement de grandes surfaces, en particulier en agriculture si une culture est menacée et qu'il n'est pas possible d'utiliser d'autres méthodes (en choisissant des désherbants adaptés aux productions), pour des espaces non végétalisés ou dans le cas de préparation d'aménagements post-construction quand l'ambroisie, bien qu'invisible, a déjà été observée dans des parcelles voisines, etc. (en utilisant cette fois des désherbants sélectifs épargnant les poacées, sans oublier que l'usage de tout phytocide est proscrit en zone humide et à proximité du réseau hydrographique, cf. supra et chapitre Réglementation, p. 27-28).

✓La gestion des déchets

Les plants arrachés ou fauchés peuvent être laissés sur place, hormis s'ils portent déjà des capitules. Si le temps est sec, les plants sècheront et disparaîtront rapidement. On peut également les mettre dans des sacs poubelles. Les déchetteries acceptent aussi les déchets verts, en cas de grosses quantités.

3.3.6. Cas particulier des grandes renouées

Pour ces espèces, les méthodes de lutte employées sont chimiques, mécaniques ou biologiques et sont fréquemment combinées.

© DREAL Pays de la Loire

Une expérimentation menée par l'association ECHEL (Gaillard et al., 2002), dans la région de Besançon, a comparé plusieurs combinaisons de moyens de lutte mécaniques, incluant plantation ou semis d'espèces concurrentes, pose de géotextile, arrachage ou fauche de la renouée. Les meilleurs résultats ont été obtenus en associant la pose d'un géotextile (type ISOMAT, non tissé, biodégradable à 98 %, 750 à 1400 g/m²) après travail du sol au rotavator, à la plantation de ligneux (noisetier, fusain d'Europe, saules, aulne, frêne) à raison de deux plants par m². Au cours de deux années de suivi, aucune tige n'a été comptabilisée sur la placette soumise à ce traitement. Une autre modalité a combiné plantation de ligneux (mêmes espèces que précédemment) et arrachage manuel répété

tous les mois en période de végétation : la densité de tiges était de une par m² à l'issue de deux années de ce traitement (30 tiges / m² pour le témoin non traité). Bien que les succès apparents de ces deux combinaisons soient à relativiser par le fait que le suivi était réalisé sur une seule placette d'un m² pour chaque modalité, ces résultats sont encourageants. D'autres méthodes de lutte ont été testées au cours de cette expérimentation : ainsi, un mélange d'espèces prairiales (fétuque des prés, ray-grass et trèfle blanc, à parts égales) a été semé, puis tondu chaque mois au cours de la période d'activité végétative aérienne des renouées. Cela a conduit à une réduction de la densité au tiers (10 tiges par m²) par rapport au témoin, ces tiges présentant une hauteur moyenne de 20 cm. En revanche, la plantation de ligneux (mêmes espèces que précédemment) associée à la pose de dalles de paillage autour des plants et à une fauche (débroussailleuse à fil) mensuelle, n'a pas donné de résultats probants, puisque, si la hauteur des tiges était sensiblement réduite (30 cm), la densité de tiges (28 tiges par m²) était presque aussi forte que dans la parcelle témoin.

© CEPA

Chantier d'arrachage de renouées à Chadieu (63)

Saillard (2002) rapporte les résultats d'un essai de lutte expérimentale contre la renouée du Japon en Auvergne, consistant en la plantation d'arbustes *(Salix purpurea)* couplée à l'arrachage des tiges de renouée. Les principaux enseignements qui peuvent en être tirés concernent les caractéristiques des boutures employées. L'un des sites expérimentaux a été planté de boutures d'un diamètre de 0,5 à 1 cm (boutures d'un an) : le taux de reprise se trouvait compris entre 6 et 20 %, ce qui a motivé l'année suivante sur ce même site la plantation de boutures plus robustes (diamètre de 3 à 5 cm, 2 à 3 ans d'âge) qui ont repris à 95 %. Un autre site expérimental a été planté de boutures de 3 à 5 cm (2 à 3 ans d'âge) dont le taux de reprise s'est trouvé compris entre 71 et 91 %. Les deux arrachages annuels prévus et réalisés au cours de cette étude se sont avérés insuffisants pour maîtriser la renouée.

Par ailleurs, la gestion des déchets est une étape souvent négligée devant l'urgence de la situation et une mauvaise gestion peut amener à de nouvelles contaminations.

Attention à ne pas oublier de fragments lors des opérations de fauche !

Fauche sur berge, mais abandon de tiges coupées dans le cours d'eau adjacent.
De gauche à droite : fauche de berge ; tiges abandonnées dans le cours d'eau ; détail des repousses.

© J. Haury

© J. Haury

© J. Haury

Il est vrai que cette gestion des déchets des grandes renouées pose une série de problèmes spécifiques et très délicats : les tiges forment une biomasse importante, éventuellement inflammable à la fin de la saison sèche. Les techniques de fauche qui sont préconisées ne peuvent être réalisées sans précaution pour les raisons suivantes : laisser les tiges sécher peut favoriser le feu, et en conditions humides (par exemple dépôt dans un fossé ou sur des hauteurs importantes conservant une humidité au sein de l'andain), on peut avoir un bouturage des tiges. Les techniques de brûlage des résidus sont localement interdites.

Les souches brûlent mal et sont autant de zone de redémarrage de nouveaux pieds. Il est donc déconseillé de les fragmenter et de les transporter dans des lieux indemnes de renouées.

Pour les tiges et les souches, des essais de compostage en station agréée et particulièrement bien suivie sont en cours. Toutefois, sur la majorité des sites Internet abordant ce thème du compostage (en l'absence de références bibliographiques scientifiques), celui-ci est fortement déconseillé, voire interdit.

Boire envahie par les renouées en Auvergne

L'enfouissement des tiges et rhizomes est préconisé par différents acteurs, notamment l'Agence nationale anglaise de l'environnement, qui préconise un enfouissement à plus de 5 mètres de profondeur (EA, 2006). Toutefois d'autres auteurs ont donné des profondeurs moindres (Francis et al., 2008), tout en soulignant que le paramètre pris en compte est la densité de tiges et qu'il n'y a pas eu disparition totale des repousses, mais seulement des densités très diminuées. Des essais d'enfouissement profond sont envisagés dans les Côtes d'Armor.

La terre contaminée par les rhizomes ne doit absolument pas être traitée comme un matériau banal mais comme un matériau hautement contaminant, à ne transporter que dans des sites déjà envahis. Des essais d'immersion de cette terre contaminée à plusieurs mètres de profondeur se sont avérés infructueux (Boyer, 2005).

Enfin des expérimentations initiales le long de cours d'eau à haute énergie de l'Est de la France (Boyer, 2009) et des essais d'application à plus large échelle sont en cours sur le concassage de la terre contaminée. Il s'agit d'excaver les matériaux contaminés par les rhizomes, de les concasser afin d'endommager ces rhizomes puis de les redéposer dans les zones d'excavation, ce qui limite les transports de matériaux et les risques de contaminations d'autres sites, en réduisant voire anéantissant les populations traitées. Les résultats publiés semblent prometteurs, mais les contraintes techniques et les protocoles restent encore à préciser.

3.4. Le suivi des chantiers et l'entretien

Cette pratique s'inscrit dans une continuité d'action : il s'agit de revenir régulièrement sur un site pour réguler la colonisation des végétaux indésirables, de manière à ce qu'elle reste acceptable par les usagers des sites et présente, si possible, des impacts écologiques non significatifs sur le fonctionnement des milieux.

Il y a deux types d'entretien : l'entretien saisonnier et l'entretien annuel.

3.4.1. L'entretien annuel

Celui-ci est motivé par la reprise constatée de la pousse des plantes. Si elle s'effectue à partir de boutures, de rhizomes ou de graines, il convient d'effectuer un enlèvement. Selon les niveaux jugés acceptables de prolifération, on devra éventuellement intervenir à plusieurs reprises dans l'année. En effet, une seule intervention annuelle ne suffit pas toujours pour assurer le niveau de régulation souhaité. Toutefois, cela dépend des milieux et des objectifs que l'on se fixe.

Selon les situations à traiter, une première intervention au printemps peut se faire en eau ou nécessiter une mise à sec.

Dans le cas de sites à faible sédimentation connaissant une reprise importante après curage, un nouveau curage pourrait être motivé par la nécessité de retirer les repousses à nouveau présentes dans le sédiment. Le risque, avec des interventions successives utilisant la même technique de curage, est un surcreusement dommageable pour le milieu. Dans ce cas, il est plutôt conseillé d'effec-

tuer un enlèvement par godet ou griffe en tirant les plantes délicatement pour extraire les rhizomes sur leur plus grande longueur, puis d'effectuer une finition à la main. Sur un tel site, il convient de bien diagnostiquer la source et les causes de reprise, qui peuvent être considérées comme un échec partiel d'une restauration par exemple.

Dans le cas de sites à sédimentation plus importante, comme dans de nombreux canaux et fossés en marais, pouvant présenter des accumulations annuelles de sédiments de 1 à 10 cm, le curage au godet peut être à nouveau réalisé sur l'épaisseur correspondant au « vieux fond ».
Il est là aussi recommandé d'effectuer une finition à la main. Les mêmes remarques sur la recherche des causes d'infestation peuvent être formulées ici.

3.4.2. L'entretien saisonnier

Il peut être nécessaire de revenir sur un site une à deux fois au cours de l'été et au début de l'automne. Cette nécessité est souvent la conséquence d'un traitement partiel par le gestionnaire des causes et de la reprise de la colonisation.
Si la reprise est importante en superficie, les enlèvements pourront se faire au godet ou à la griffe mécanique, avec une finition manuelle (récupération de brins et boutures flottantes). Il faut rappeler encore que cette méthode mécanique garantit moins de précision qu'un arrachage manuel, et qu'ainsi, une proportion plus importante de boutures et de fragments de rhizomes peut être produite.

Arrachage de jussie en marais poitevin

Si, au contraire, la reprise est faible, il convient de réaliser un arrachage manuel en tirant sur les plantes pour en extraire les rhizomes. Les garanties d'un résultat plus durable sont meilleures.

La fiche de suivi des chantiers de lutte contre les espèces invasives, dont la première page est présentée ci-contre (vous la trouverez avec sa notice explicative en annexe 7, p. 132-135), a été conçue en 2008 dans le cadre du groupe de travail Loire-Bretagne, à partir de la fiche déjà en usage dans le groupe régional des Pays de la Loire. Proposée aux groupes régionaux du bassin n'en utilisant pas encore, cette fiche aborde les différents aspects du site tels que l'espèce (ou les espèces) concernée(s), la localisation et le contexte topographique et écologique, mais aussi les aspects plus techniques du chantier dans la rubrique "Choix d'intervention". En listant ces modes d'intervention, c'est l'évaluation des coûts et des résultats qui est recherchée (cf. annexe 1, p. 121). Les aspects financiers figurent à la suite ainsi que les suivis et éventuels chantiers ultérieurs sur le même site. Les choix de techniques et l'évaluation des quantités de déchets éliminés font l'objet d'une rubrique à part entière à la fin de la fiche. Très complète sur les points à renseigner, remplir cette fiche est facilité par de nombreux choix à cocher.
Néanmoins, compléter cette fiche bassin ou ses déclinaisons régionales s'avère parfois difficile pour les gestionnaires, notamment quand il s'agit d'estimer les quantités éliminées. L'élaboration d'un cahier des charges ou d'un cahier des clauses techniques particulières "type" à proposer aux coordinateurs des travaux de lutte contre les espèces invasives est un projet du groupe de travail de bassin qui permettra d'affiner ces données à renseigner pour mieux évaluer au niveau du bassin non seulement le coût des interventions réalisées, mais aussi leur efficacité.

FICHE SUIVI DE CHANTIER

Organisme :…… **Nom Observateur** :…… **Date d'observation** :…../…../……

ESPECE ENVAHISSANTE

Nom de l'espèce :

DONNEES GENERALES DU SITE

Commune(s) :…… Département :……

Nom du Bassin Versant, Cours d'eau, Zone de marais *(barrer la mention inutile)* :……

Nom du site *(lieu dit)* : ……

Localisation : Carte IGN au 1/25000° N° de la carte : ……

Nom du Maître d'ouvrage du chantier : ……

Première intervention : ❑oui ❑non Entretien : ❑oui ❑non

Date de la 1ère année d'observation : …. /…../….. Date du 1er chantier sur le site : …./…../……

CONTEXTE

Type de Milieu :

❑ Berge ❑ Cours d'eau/ruisseau ❑ Accotement routier/talus ❑ Fossé ❑ Zone humide ❑ Plan d'eau

Contexte météorologique de l'année : ……

CHOIX D'INTERVENTION

Méthode d'intervention employée :

❑ Arrachage manuel (AMN) ❑ Assec (A) ❑ Traitement chimique (TC) : ……

❑ Arrachage mécanique (AMC)- précisez l'engin : ……

❑ Actions combinées (AC). Précisez : ……

❑ Fauchage (F) Précisez outil : ……

❑ Autre : ……

Méthodes complémentaires :

❑ Plantation d'arbres pour augmenter l'ombrage (PA)

❑ Actions visant à améliorer la qualité de l'eau (QE)

❑ Autre : ……

❑ Génie végétal (GV)

❑ Géotextile (GT)

Période : Indiquez la période durant laquelle vous avez effectué l'intervention. *S'il y a eu plusieurs interventions au cours de l'année, précisez la méthode employée à chaque fois, en indiquant le code correspondant (entre parenthèse ci-dessus).*

Année													
Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	TOTAL
Intervention													
Surface traitée*													
Volume récolté													

en **m², pour vous aider, remplissez le tableau ci-dessous :*

Classes	0 – 1 m²	1 -10 m²	10 - 100 m²	100-1000 m²	> 1000 m² (préciser la surface réelle)	**Estimation de la SURFACE TOTALE occupée sur le site**
Nombre d'herbiers ou d'individus						

Prestataire	**Nombre de jours d'intervention**	**Nombre de personnes**
Techniciens		
Bénévoles		
Agents saisonniers		
Entreprise- nom :		
Association- nom		
Régie		
Autre(s)		

4. La gestion des déchets

Lac de Murin (44) envahi par la jussie

Comme toutes les plantes, les espèces exotiques envahissantes fixent naturellement du carbone atmosphérique en construisant leur biomasse. Aussi, dans la conjoncture actuelle, est-il important d'éviter tout rejet massif et rapide à l'atmosphère.

Il est ainsi recommandé de choisir une filière de valorisation des matières organiques extraites (compostage et épandage), plutôt que les filières d'élimination (incinération, enfouissement).

4.1. Le séchage

Le séchage est une opération utile dans la mesure où il permet une réduction quelquefois très importante des volumes à transporter. Les plantes sèches peuvent ensuite être incinérées (petits volumes), ou transférées en décharge. En revanche, si le devenir des plantes est de passer en compostage, le séchage n'est pas recommandé.

Pour être correctement menée, cette opération nécessite un espace où l'accès au public et aux animaux est réduit (enclos). De plus, il convient de choisir un lieu abrité des vents forts, afin de réduire le risque de dissémination de fragments de plantes.

Le sol doit être horizontal pour éviter tout entraînement de fragments, boutures et graines par les eaux de ruissellement. Pour des opérations de compostage techniquement satisfaisantes, on regroupera les produits d'extractions sur une aire bétonnée, ce qui permettra de limiter les risques de reprises et facilitera les manutentions ultérieures (notamment la reprise des andains et leur retournement).

Si le sol est stabilisé et peu perméable, il faut aménager un système de rigoles pour évacuer les eaux d'écoulement des plantes et de la pluie. La mise en place d'une grille fine au niveau du collecteur doit permettre d'empêcher toute fuite de fragments.

La forte charge en matières organiques fermentescibles des lixiviats produits par un tas de plantes en fermentation doit amener à étendre suffisamment les plantes afin qu'elles sèchent et ne pourrissent pas au centre du tas et ne continuent pas à se maintenir en vie en surface.

Ainsi, les végétaux doivent être retournés régulièrement, à l'aide d'une fourche pour de petits volumes, ou à la griffe montée sur un tracteur pour les gros volumes. Dans ce cas, une attention particulière devra être portée au nettoyage des outils.

4.2. Le dépôt en déchetterie

Cette pratique est très répandue car c'est actuellement la plus économique, mais elle sera probablement interdite à court terme.

Elle débouche généralement sur un enfouissement des matières organiques, après égouttage ou séchage de quelques semaines.

Il est recommandé au maître d'ouvrage d'informer le responsable de la plateforme de gestion des déchets. Celui-ci n'étant pas souvent au courant des risques liés aux plantes qu'il accueille, il est nécessaire de lui demander un engagement rigoureux sur la sécurisation du périmètre d'entreposage, au moins pour ce qui concerne les espèces terrestres et amphibies plus susceptibles de résistance à la dessiccation que les plantes aquatiques.

4.3. L'enfouissement

L'enfouissement ou la création de remblais, en combinaison avec d'autres matériaux inertes, souvent accompagné d'un chaulage, est le traitement de ces déchets qui suit la mise en décharge.

Aucun suivi sur ces produits en condition d'enfouissement n'ayant été réalisé à ce jour, il n'est pas possible de recommander cette solution.

Si les déchets disparaissent à la vue, ils continuent néanmoins d'exister et de se dégrader lentement dans le sous-sol en anaérobiose. L'impact des percolations d'eau pluviale, à travers de tels champs de déchets sur les nappes profondes n'est pas connu. On peut suspecter qu'il n'est pas neutre. Les enfouissements à faible profondeur sont également générateurs de gaz carbonique, de sulfures et de méthane qui diffusent lentement dans l'atmosphère.

Enfouissement et chaulage de jussies

Un cas particulier correspond à la mise en bordure des fossés curés des végétaux enlevés qu'on laisse sécher puis que l'on recouvre des boues de curage, voire que l'on enfouit sous ces boues. Il convient toutefois d'être vigilant face au risque d'apparition de formes terrestres chez certaines espèces (jussies…). Les avantages et inconvénients de cette technique sont actuellement à l'étude.

4.4. L'incinération

L'incinération est le deuxième procédé le plus employé.

Il est possible de traiter les déchets de petits chantiers (de 5 à 20 m^3) par ce procédé, après un séchage soigneux. Plusieurs petits foyers peuvent être allumés sur les sites de séchage, pendant la période autorisée. Une attention particulière devra être portée aux modalités de mise à feu. Les demandes d'autorisations et déclarations correspondantes doivent être faites auprès des autorités compétentes (mairie, préfecture, DDT, ou services extérieurs de l'Etat).

Il est en revanche déconseillé de traiter la totalité des déchets de gros chantiers par ce moyen.

Le premier argument pour limiter l'incinération est fourni par les gestionnaires de stations d'incinération : les incinérateurs d'ordures ménagères n'ont pas la capacité de traitement pour de grosses quantités de produits organiques chargés en humidité résiduelle. Par ailleurs, l'importance des relargages de gaz carbonique et de monoxyde de carbone milite pour une autre solution.

4.5. Le compostage

Cette solution a été expérimentée avec un certain succès dans divers départements (Deux-Sèvres, Landes, Maine-et-Loire, Loire-Atlantique…).

Les protocoles d'élaboration des composts sont en cours d'optimisation pour les jussies. Une température optimale est recherchée afin d'annuler le risque de survie des graines. A l'heure actuelle, des résultats de laboratoire ont montré qu'une température de 50° C détruisait la capacité germinative des graines, or un compostage bien mené peut atteindre et dépasser 60° C. Un itinéraire technique de compostage, qui permette de retirer un maximum de valeur agronomique du produit, seul ou combiné à d'autres débris végétaux, est aussi recherché.

© B. Bottner (IAV)

Broyat de jussies après un hiver

© Cap Atlantique

Le compostage des déchets ligneux (ici du baccharis) n'a pas encore été testé

Des démarches similaires demeurent à entreprendre pour les hydrophytes envahissantes, dès lors qu'il sera raisonnable de passer à des solutions alternatives à l'incinération ou l'enfouissement.

Cette filière reste à expérimenter pour les végétaux de rives (baccharis et renouées), aux tissus plus ligneux.

Différentes études sont en cours quant à la valorisation de cette biomasse (compostage).

4.6. L'utilisation agricole

L'épandage est une opération qui se décline de deux manières.

4.6.1. L'épandage de fragments broyés très fin de végétaux frais, les produits de l'épandage étant ensuite repris immédiatement par le labour

Cette solution donne des résultats satisfaisants lorsque le milieu se prête à de tels épandages, en particulier sur des parcelles non humides où les plantes broyées peuvent être rapidement incorporées au sol.
Cette solution nécessite l'application de plusieurs étapes successives pour obtenir un bon résultat : tri des déchets issus de l'arrachage mécanique (pierre, bois, plastiques…), épandage peu épais pour un séchage rapide et général, choix du matériel d'épandage et de régalage pour une meilleure efficacité (pelle avec godet, griffe sur camion, épandeur…), temps de séchage suffisant, broyage fin, labour rapide après broyage (enfouissement)…

La qualité de la biomasse épandue conditionne le résultat de cette valorisation. Par exemple, la quantité et la qualité des sédiments présents dans la biomasse végétale doivent être prises en compte dans la valorisation notamment pour des questions techniques (le broyage est par exemple difficile à réaliser correctement lorsque la vase ou la terre est fortement présente).

Un certain nombre de précautions doivent également être respectées : épandage hors zone humide, connaissance agronomique des produits épandus, intégration dans le plan d'épandage de l'agriculteur qui reçoit les produits, normes d'épandage, contraintes réglementaires (autorisation…)…

Des essais d'épandage de plantes entières séchées au moins partiellement en sous-bois sec ont également montré une bonne efficacité. Le risque de reprise de boutures ou de graines demeure toutefois important pour les jussies, si l'épandage est réalisé sur cultures en zones humides ou en sous-bois humides.

Dépôt de jussies après broyage fin et après un hiver

4.6.2. L'épandage de produits de compostage

Cette solution semble donner des résultats probants sur des sols cultivés ou pour des besoins en horticulture, à partir du moment où le compost est suffisamment mâture et ne présente plus de risques de bouturage et de germination de graines.

La méthanisation (formation de biogaz) à partir de jussie ou autres espèces invasives a été envisagée par différents acteurs. De façon générale, si cette valorisation est possible, il faut souligner qu'elle nécessite des investissements élevés pour transformer une ressource organique qu'on espère restreindre très fortement et qui, par ailleurs, correspond à un apport saisonnier. Les coûts de transport sont par ailleurs assez élevés. Il semble donc que la méthanisation ne puisse s'envisager sur les seules plantes invasives, mais sur d'autres déchets organiques auxquels on pourrait ajouter en tant que de besoin les « récoltes » d'invasives.

Epandage de jussies sur terrain agricole pour séchage avant broyage puis labour